

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

DÉBORA JORDÃO CEZIMBRA

A UTILIZAÇÃO DAS ESCAMAS ESTÉREIS DA PINHA DA ARAUCÁRIA (*Araucaria angustifolia*) EM COMPÓSITOS E SUA APLICAÇÃO NO DESIGN DE PRODUTOS MOLDADOS

CURITIBA

2017

DÉBORA JORDÃO CEZIMBRA

A UTILIZAÇÃO DAS ESCAMAS ESTÉREIS DA PINHA DA ARAUCÁRIA (*Araucaria angustifolia*) EM COMPÓSITOS E SUA APLICAÇÃO NO DESIGN DE PRODUTOS MOLDADOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design, do Setor de Artes, Comunicação e Design da Universidade Federal do Paraná, como requisito para a obtenção de grau de Mestre em Design.

Orientador: Prof. Dr. Dalton Luiz Razera

Coorientadora: Profª Drª Rosilani Trianoski

CURITIBA

2017

Catálogo na publicação
Mariluci Zanela – CRB 9/1233
Biblioteca de Ciências Humanas e Educação – UFPR

Cezimbra, Débora Jordão

A utilização das escamas estéreis da pinha da Araucária
(*Araucaria angustifolia*) em compósitos e sua aplicação no design de
produtos moldados / Débora Jordão Cezimbra - Curitiba, 2017.
191 f.; 29 cm.

Orientador: Dalton Luiz Razera

Coorientadora: Rosilani Trianoski

Dissertação (Mestrado em Design) – Setor de Artes,
Comunicação e Design da Universidade Federal do Paraná.

1. Araucaria. 2. Compositos. 3. Design de produto - Paraná.
4. Design ecológico. I.Título.

CDD 745.51



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
Setor ARTES, COMUNICAÇÃO E DESIGN
Programa de Pós Graduação em DESIGN
Código CAPES: 40001016053P0

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em DESIGN da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **DÉBORA JORDÃO CEZIMBRA**, intitulada: **'A UTILIZAÇÃO DAS ESCAMAS ESTÉREIS DA PINHA DA ARAUCÁRIA (*Araucaria angustifolia*) EM COMPÓSITOS E SUA APLICAÇÃO NO DESIGN DE PRODUTOS MOLDADOS'**, após terem ouvido a aluna e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO.

CURITIBA, 21 de Fevereiro de 2017.

DALTON LUIZ RAZERA
Presidente da Banca Examinadora (UFPR)

ALEXANDRE VIEIRA-PELEGRINI
Avaliador Interno (UFPR/UTFPR)

ANA LÚCIA SANTOS VERDASCA GUIMARÃES
Avaliador Externo (UTFPR)

DEDICATÓRIA

A todo o pesquisador que possibilita
através de sua curiosidade, ética e seriedade,
a evolução da nossa natureza.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Professor Dr. Dalton Luiz Razera, pelo direcionamento objetivo de minha pesquisa, incentivo à concretização do desafio, poucas e sábias palavras, acolhimento sempre afetuoso e é claro, pelas 'falhas' de pinhão.

A minha Coorientadora, Professora Dra. Rosilani Trianoski pela curiosidade, abertura e disposição permanente para a concretização desta pesquisa e suas etapas laboratoriais. Ao Professor Dr. Setsuo Iwakiri pelo seu repertório teórico e ao funcionário de laboratório, Sr. Ademir Cavali.

A Adilson Reis pela amizade e por acreditar neste estudo, e seu avô Sr. Darvino Agottani, por ceder seu tempo e pinhões.

Um caloroso agradecimento a turma de graduação em design de produto da Universidade Federal do Paraná que participou deste estudo, com o interesse investigativo de todo criativo, e ao colega de profissão e amigo querido Prof. Ms. Ken Flávio Ono Fonseca e o Prof. Ms. Vinicius de Miranda Moraes. Aos profissionais Naotake Fukushima, Suiane Cardoso, Brandon Ramon Còrdoba, Juliana Erig e Enzo Yassuda pelas contribuições que trouxeram à execução do método de campo.

Ao Professor Dr^a Flavio Zanette pelas pesquisas e exemplo de dedicação á Araucária e ao empresário Ricardo Afiune pelo tempo e gentileza que demonstrou a esta pesquisa. Ao Professor Dr. Adriano Heemann, pela doçura na forma como sempre conduziu a nós, seus alunos.

A minha mãe, Denise Jordão, por me apresentar a área ainda criança e na coleta dos dados. A Viviane Iwakiri, pelo apoio, companheirismo e olhar preciso a este trabalho.

E aos agentes da cadeia extrativista do pinhão que sempre me possibilitaram o acesso ao material pesquisado.

Araucária

Nasci forte e altiva,
Solitária.
Ascendo em linha reta
Uma coluna verde-escura
No verde cambiante da campina.
Estendo braços hirtos e serenos

Não há na minha fronte
Nem veludos quentes de folhas
Nem risos vermelhos de flores,
Nem vinhos estoantes de perfumes.
Só há o odor agreste da resina
E o sabor primitivo dos frutos.

Espalmo a taça verde no infinito.
Embalo o sono dos ninhos
Ocultos em meus espinhos,
Na silente nudez do meu isolamento.

Helena Kolody

RESUMO

Esta pesquisa tem como objetivo observar as características apresentadas pelas escamas estéreis (falhas) da pinha da Araucária (*Araucaria angustifolia*) quando transformadas em compósitos particulados e moldadas pelo processo de compressão para aplicação em produtos, tendo como premissas as características produtivas e de coleta da semente desta espécie vegetal. A Araucária está hoje na lista das espécies ameaçadas de extinção da *The World Conservation Union* e propõe-se, a partir deste estudo, contribuir para a sua conservação e a sua valorização como árvore frutífera. Sua semente, o pinhão, é consumida na região Sul e Sudeste do Brasil nos meses de outono e inverno sendo formada no pseudofruto da Araucária, ou pinha. Considera-se que a partir do beneficiamento da semente do pinhão e com uma oferta de produtos diversificados com uma cadeia extrativista organizada, oportuniza-se o direcionamento do resíduo pós-beneficiamento (falhas e cascas) para o desenvolvimento de novos artefatos. A partir dos objetivos e do levantamento bibliográfico delimitou-se o método de campo em duas etapas: a primeira experimental onde se verificou o comportamento das escamas quando da sua transformação em material compósito e em produto moldado e um segundo procedimento de verificação das características visuais do material final moldado e que incidiriam na sua aplicação em produtos. Os resultados obtidos indicaram as características visuais granulométricas das escamas estéreis da Araucária e as características de moldagem do compósito aqui formulado e quando conformado pelo método de compressão em molde bipartido. Identificou-se também parte dos atributos sensoriais do material e sugestões de aplicação a partir do conceito de *souvenirs*. Conclui-se que apoiado ao respeito à sazonalidade de oferta da semente e da melhora de sua cadeia extrativista, é possível direcionar os resíduos vegetais da pinha da Araucária ao desenvolvimento de produtos que estejam associados às características culturais e da região de origem da espécie, contribuindo também para o campo de estudo, pesquisas e iniciativas que abordam a manutenção e conservação das Florestas com Araucária ainda existentes no sul do Brasil.

Palavras-chave: Araucária. Compósitos. Design. Produto moldado.

ABSTRACT

The objective of this research was to observe the characteristics of the Araucaria pine (*Araucaria angustifolia*) barren scales when they were transformed into particulate and molded by the compression process for application in products, based on the production and collection characteristics of the seed of this plant species. Araucária is today on the list of endangered species of The World Conservation Union and proposes, from this study, to contribute to its conservation and its appreciation as a fruit tree. Its seed, "pinhão", is consumed in the South and Southeast of Brazil in the autumn and winter months being formed in the pseudofruit of the Araucaria, or pine cone. It is considered that from the processing of the pine nut seed and with an offer of diversified products with an organized extractive chain, the post-processing residue (faults and shells) is directed to the development of new artifacts. From the objectives and the bibliographic survey the field method was delimited in two stages: the first experimental where the behavior of the scales was verified when their transformation into composite and molded product and a second procedure of verification of the visual characteristics of the molded final material that would affect its application to products. The obtained results indicated the visual granulometric characteristics of the Araucária sterile scales and the molding characteristics of the composite formulated here and when conformed by the bipartite molding method. It was also identified part of the sensorial attributes of the material and suggestions of application from the concept of souvenirs. It is concluded that, supported by respect to the seasonality of seed supply and the improvement of its extractive chain, it is possible to direct the vegetal residues of Araucária pine to the development of products that are associated with the cultural characteristics and region of origin of the species, contributing also for the field of study, research and initiatives that address the maintenance and conservation of Araucaria Forests still existing in southern Brazil.

Keywords: Araucaria. Composites. Design. Molded Product.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	-	ÁREA DE ABRANGÊNCIA DO PROJETO ARAUCÁRIA+.....	19
FIGURA 2	-	DESAFIO INNOVATIVES – <i>OPEN PLATFORM FOR SUSTAINABILITY</i>	20
FIGURA 3	-	ESTRATÉGIAS DE PREVENÇÃO DE RESÍDUOS NAS FASES DO CICLO DE VIDA.....	24
FIGURA 4	-	PRODUTOS FEITOS A PARTIR DA ESTRATÉGIA DE <i>UPCYCLING</i>	25
FIGURA 5	-	PRODUTOS FLORESTAIS NÃO MADEIREIROS.....	27
FIGURA 6	-	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	29
FIGURA 7	-	ESQUEMA GERAL DO MÉTODO DE PESQUISA.....	30
FIGURA 8	-	ESTRUTURA DA PESQUISA.....	32
FIGURA 9	-	TETRAEDRO COM A RELAÇÃO ENTRE ESTRUTURA, PROPRIEDADES, PROCESSAMENTO E APLICAÇÃO DE UM MATERIAL.....	35
FIGURA 10	-	TIPOS DE REFORÇO NOS COMPOSITOS.....	36
FIGURA 11	-	DISTRIBUIÇÃO DAS FIBRAS EM UM COMPOSITO E APLICAÇÃO DE TENSÃO.....	37
FIGURA 12	-	DISTRIBUIÇÃO DAS FIBRAS ALEATÓRIAS EM UM COMPOSITO E APLICAÇÃO DE TENSÃO.....	38
FIGURA 13	-	DIFERENÇA ENTRE O TAMANHO E A GEOMETRIA DO PÓ, PARTÍCULAS E FIBRAS DE LIGNOCELULÓSICOS.....	40
FIGURA 14	-	PRODUTOS FEITOS COM PARTÍCULAS DE MADEIRA RECONSTITUÍDA.....	49
FIGURA 15	-	REBAIXOS E DETALHES NO PRODUTO DE MADEIRA RECONSTITUÍDA.....	49
FIGURA 16	-	OBJETOS DE COZINHA E BANHO FEITOS COM PLÁSTICO-MADEIRA.....	50
FIGURA 17	-	PRODUTOS DE PLÁSTICO-MADEIRA MOLDADOS POR PROCESSOS DE EXTRUSÃO E INJEÇÃO.....	51
FIGURA 18	-	PRODUTOS MOLDADOS POR PROCESSO DE COMPRESSÃO.....	54
FIGURA 19	-	PARTES DO QUE COMPÕE O MOLDE PARA COMPRESSÃO DE PEÇAS OCAS COM APLICAÇÃO U-NIDIRECIONAL DA PRESSÃO.....	57
FIGURA 20	-	TRIÁDE FABRICAÇÃO, APLICAÇÃO E APRECIÇÃO DOS MATERIAIS.....	59
FIGURA 21	-	FATORES OBJETIVOS E SUBJETIVOS DOS MATERIAIS.....	59
FIGURA 22	-	OBJETOS FEITOS COM MATERIAL MUSHROOM®.....	61
FIGURA 23	-	MATERIAIS FABRICADOS PELA ECOVATIVE.....	61
FIGURA 24	-	PRODUTOS FEITOS COM FLUIDSOLID® MOLDADOS POR COMPRESSÃO, EXTRUSÃO E INJEÇÃO.....	62
FIGURA 25	-	PRODUTOS E REVESTIMENTOS DECORATIVOS DA EMPRESA ORGANOID®.....	62
FIGURA 26	-	LUMINÁRIAS FEITAS A PARTIR DA BORRA DE CAFÉ UTILIZADA.....	63
FIGURA 27	-	PRODUTOS FEITOS A PARTIR DE BIOCOMPOSITO COM ARGILA.....	64
FIGURA 28	-	ÁREA DE OCORRÊNCIA NATURAL DA ARAUCÁRIA NO BRASIL. ÁREA ORIGINAL DA MATA ATLÂNTICA E SEUS REMANESCENTES.....	66
FIGURA 29	-	VENDA DO PINHÃO NA MARGEM DE RODOVIAS.....	67
FIGURA 30	-	DIFERENÇA DO FORMATO DAS COPAS ENTRE AS ÁRVORES ADULTAS E JOVENS.....	68
FIGURA 31	-	ESTRÓBILO FEMININO E ESTRÓBILO MASCULINO DA ARAUCÁRIA.....	68
FIGURA 32	-	O FRUTO (PINHA) E A SEMENTE (PINHÃO) DA ARAUCÁRIA.....	69

FIGURA 33	-	COMPONENTES DA PINHA.....	69
FIGURA 34	-	DIFERENÇA DE CORES ENTRE PINHÕES.....	74
FIGURA 35	-	MÉTODO DE DESCASCAMENTO DE PINHÕES CRU.....	77
FIGURA 36	-	ALTERNATIVAS COMERCIAIS PARA O PINHÃO PÓS-BENEFICIAMENTO.....	78
FIGURA 37	-	FLUXOGRAMA DE COMERCIALIZAÇÃO DO PINHÃO.....	82
FIGURA 38	-	DISTRIBUIÇÃO DA PRODUÇÃO DE PINHÃO POR REGIÃO NO PARANÁ.....	83
FIGURA 39	-	ESQUEMA DO MODELO DE PESQUISA EXPERIMENTAL.....	86
FIGURA 40	-	DIAGRAMA GERAL DO PROCESSO DE MOLDAGEM.....	87
FIGURA 41	-	a) FALHAS DA PINHA DA ARAUCÁRIA. b) FALHAS PROCESSADAS NO ESTUDO PILOTO. c) e d) MONTANTE DE FALHAS PROCESSADAS NA REPETIÇÃO DO PROCEDIMENTO.....	89
FIGURA 42	-	RESINAS UF E PVAc UTILIZADAS NA FASE EXPERIMENTAL.....	90
FIGURA 43	-	MOINHO DE MARTELO E CLASSIFICADORA DE PARTÍCULAS.....	91
FIGURA 44	-	PENEIRA DO MOINHO DE MARTELO. PENEIRA DA CLASSIFICADORA DE PARTÍCULAS. DIFERENTES ABERTURAS DE MALHA UTILIZADAS.....	92
FIGURA 45	-	COPOS BECKER E BALANÇA DE PRECISÃO UTILIZADOS PARA DOSAGEM NA PRODUÇÃO DO COMPÓSITO.....	92
FIGURA 46	-	MOLDE. PRENSA HIDRÁULICA PILOTO. PRENSA HIDRÁULICA MANUAL.....	92
FIGURA 47	-	MOLDE DE ALUMÍNIO PARA MOLDAGEM POR COMPRESSÃO.....	93
FIGURA 48	-	PARÂMETRO DE MEDIDA DA CAVIDADE DO MOLDE.....	94
FIGURA 49	-	DESENHO ESQUEMÁTICO DA METODOLOGIA ADOTADA NA FASE EXPERIMENTAL.....	96
FIGURA 50	-	APLICAÇÃO E MISTURA DA RESINA PVAc.....	99
FIGURA 51	-	FORMAÇÃO DO "COLCHÃO" DE PARTÍCULAS NO MOLDE (EXEMPLO COM RESINA PVAc).....	99
FIGURA 52	-	CARREGAMENTO DO MOLDE NA PRENSA PARA COMPRESSÃO DO MATERIAL.....	100
FIGURA 53	-	DESMOLDAGEM DA AMOSTRA DO COMPÓSITO (EXEMPLO COM RESINA PVAc).....	100
FIGURA 54	-	ESQUEMA DO MODELO DE PESQUISA DA FASE OFICINA.....	101
FIGURA 55	-	SENSIBILIZAÇÃO COM O RESÍDUO VEGETAL (PINHA DA ARAUCÁRIA).....	106
FIGURA 56	-	APRECIÇÃO DAS AMOSTRAS DE MATERIAL PELOS PARTICIPANTES.....	107
FIGURA 57	-	PREENCHIMENTO DO QUESTIONÁRIO PERCEPTIVO.....	108
FIGURA 58	-	PALESTRA DE PROFISSIONAIS DURANTE A OFICINA DE APLICAÇÃO DO COMPÓSITO.....	109
FIGURA 59	-	IMAGENS DA CULTURA MATERIAL DA CIDADE DE CURITIBA.....	112
FIGURA 60	-	ATIVIDADE DE DESENVOLVIMENTO DE ESBOÇOS E MODELOS.....	113
FIGURA 61	-	FINOS E PARTÍCULAS GERADOS NA MOAGEM EM MOINHO DE MARTELO.....	116
FIGURA 62	-	MALHAS DA CLASSIFICADORA PARA RETIRADA DE FINOS E SELEÇÃO DE PARTÍCULAS.....	116
FIGURA 63	-	MONTANTE INICIAL DO MATERIAL PARA MOAGEM E PARTÍCULAS SELECIONADAS.....	117

FIGURA 64	-	COMPONENTE DAS ESCAMAS ESTÉREIS QUE FORMAM A HETEROGENEIDADE ENTRE DIMENSÕES DE PARTÍCULAS DAS ESCAMAS ESTÉREIS.....	118
FIGURA 65	-	ESCAMAS ESTÉREIS DA PINHA ANTES E APÓS PROCESSOS DE MOAGEM. 2º PROCEDIMENTO.....	118
FIGURA 66	-	COMPARAÇÃO ENTRE GRANULOMETRIAS COM DIFERENÇA DE PROCESSOS.....	120
FIGURA 67	-	AMOSTRAS DO MATERIAL MOLDADO NO PRÉ-TESTE DE CONFORMAÇÃO.....	122
FIGURA 68	-	AMOSTRA DE COMPÓSITO MOLDADO COM GRANULOMETRIA G1 E RESINA UF.....	126
FIGURA 69	-	AMOSTRA DE COMPÓSITO MOLDADO COM GRANULOMETRIA G2 E RESINA UF.....	127
FIGURA 70	-	AMOSTRA DE COMPÓSITO MOLDADO COM GRANULOMETRIA G3 E RESINA UF.....	127
FIGURA 71	-	AMOSTRA DE COMPÓSITO MOLDADO COM GRANULOMETRIA G2 e RESINA PVAc.....	130
FIGURA 72	-	AMOSTRAS DO MATERIAL MOLDADO COM ESPUMA POLIURETANA.....	131
FIGURA 73	-	PRENSA HIDRÁULICA MANUAL COM DISCOS NIVELADORES PARA DISTRIBUIÇÃO DA F ORÇA NO MOLDE.....	131
FIGURA 74	-	INTERVALO ENTRE AS FACES DO MOLDE DURANTE AS PRENSAGENS E PRENSA HIDRÁULICA PILOTO.....	132

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	-	ESPÉCIES FLORESTAIS PLANTADAS NO BRASIL.....	26
TABELA 2	-	DIMENSÃO DOS ELEMENTOS DE MADEIRA.....	41
TABELA 3	-	QUANTIDADE DE PINHÃO COMERCIALIZADA (em kg) NO INÍCIO E FIM DE SAFRA NA REGIÃO DE SÃO JOSÉ/SC.....	78
TABELA 4	-	VOLUME DA PRODUÇÃO DE PINHÃO ENTRE OS ANOS DE 2001 E 2010 E CONCENTRADO POR REGIÕES.....	83
TABELA 5	-	RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO QUANTO À ESCOLHA DE APLICAÇÃO DE DIFERENTES TEXTURAS NO PRODUTO.....	144
TABELA 6	-	DO QUESTIONÁRIO QUANTO À RELEVANTE DIFERENÇA DE TEXTURA PARA CADA TAMANHO DE PARTÍCULA APLICADA NO PRODUTO.....	144

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1	-	TIPOS DE ADESIVOS PARA COLAGEM DE MADEIRA.....	43
QUADRO 2	-	PROCESSOS DE MOLDAGEM DE FIBRAS VEGETAIS E RESINAS.....	53
QUADRO 3	-	CÁLCULO DO VOLUME DO MOLDE	94
QUADRO 4	-	MATERIAIS PARA MOLDAGEM DO COMPÓSITO NA FASE EXPERIMENTAL.....	97
QUADRO 5	-	FORMULAÇÕES DE COMPÓSITO NA FASE EXPERIMENTAL.....	97
QUADRO 6	-	<i>SLIDES</i> E CONTEÚDOS APRESENTADOS AOS ALUNOS NA FASE OFICINA.....	104
QUADRO 7	-	CRONOGRAMA DAS ATIVIDADES DA OFICINA.....	110
QUADRO 8	-	CÁLCULO DA QUANTIDADE DE RESINA UF (em g).....	124
QUADRO 9	-	RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO PERCEPTIVO I QUANTO A DESMOLDAGEM, REPRODUÇÃO DA FORMA E INTERFERÊNCIA DA ESPÉCIE VEGETAL.....	135
QUADRO 10	-	RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO QUANTO AOS ATRIBUTOS BRILHO, TEXTURA, PESO E RESISTÊNCIA.....	137
QUADRO 11	-	CÁLCULO DA DENSIDADE DAS AMOSTRAS.....	138
QUADRO 12	-	PROPOSTAS DE SOUVENIRS.....	140
QUADRO 13	-	RESPOSTAS DOS PARTICIPANTES QUANTO AO MODO DE APLICAÇÃO DO MATERIAL.....	145

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AA	-	Absorção de água
ASTM	-	<i>American Society for Testing and Materials</i>
CERTI	-	Fundação Centros de Referência de Tecnologias Inovadoras
CM	-	Ciência dos Materiais
CONAB	-	Companhia Nacional de Abastecimento
CONAMA	-	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DfA	-	<i>Design for Assembly</i>
DfE	-	<i>Design for Environment</i>
EM	-	Engenharia dos Materiais
FF	-	Fenol-Formaldeído
FOM	-	Floresta Ombrófila Mista
IAP	-	Instituto Ambiental do Paraná
IBAMA	-	Instituto Brasileiro de Meio Ambiente
IE	-	Inchamento em Espessura
IUCN	-	<i>International Union for Conservation of Nature</i>
LCM	-	<i>Liquid Composite Molding</i>
MF	-	Melamina-Formaldeído
MMA	-	Ministério do Meio Ambiente
MUF	-	Melamina-Uréia-Formaldeído
OSB	-	<i>Oriented Strand Board</i>
PE	-	Polietileno

PFNM	-	Produto Florestal Não Madeireiro
PGPM	-	Política de Garantia de Preço Mínimo
PGPMBio	-	Política de Garantia de Preços Mínimos para os Produtos da Sociobiodiversidade
PHA	-	Poli-hidroxialcanoatos
PLA	-	Poliácido láctico
PNRS	-	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PP	-	Polipropileno
PVAc	-	Poliacetato de Vinila
RIM	-	<i>Reaction Injection Molding</i>
RTM	-	<i>Resin Transfer Molding</i>
SEBRAE	-	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SNIS	-	Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento
UCs	-	Unidades de Conservação
UF	-	Ureia-Formaldeído
WPC	-	<i>Wood-Plastic Composites</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
2.1	OBJETIVO	22
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	22
2.3	JUSTIFICATIVA.....	22
2.4	DELIMITAÇÃO DO TEMA	28
2.5	VISÃO GERAL DO MÉTODO.....	29
2.6	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	31
3	REVISÃO DA LITERATURA.....	34
3.1	MATERIAIS: CLASSIFICAÇÃO E CONCEITOS.....	34
3.1.1	Materiais compósitos	36
3.1.1.1	Compósitos com fibras vegetais.....	39
3.1.1.2	Geometria das partículas.....	41
3.1.1.3	Adesivos.....	44
3.1.1.4	Aditivos químicos	47
3.2	PRODUTOS MOLDADOS COM FIBRA E PARTÍCULA VEGETAL.....	48
3.2.1	Processos de moldagem	50
3.2.1.1	Extrusão.....	51
3.2.1.2	Injeção.....	52
3.2.1.3	Compressão.....	54
3.2.2	Moldes para compressão.....	57
3.3	DESIGN E MATERIAIS	58
3.3.1	Design e produtos moldados com fibras vegetais.....	60
3.4	O PINHEIRO-DO-PARANÁ	65
3.4.1	Produtos Florestais Não Madeireiros - PFNMs	72
3.4.2	A semente da Araucária – o pinhão.....	73
3.4.3	O pinhão na alimentação.....	76
3.4.4	Características da extração do pinhão.....	78
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	85
4.1	DESCRIÇÃO DO MÉTODO DE PESQUISA DE CAMPO	86
4.2	PROCEDIMENTO EM LABORATÓRIO.....	87

4.2.1	Caracterização dos Materiais e Equipamentos da Fase Experimental	88
4.2.1.1	Fibra Vegetal	88
4.2.1.2	Resinas e Aditivos.....	89
4.2.1.3	Equipamentos e materiais.....	91
4.2.2	Metodologia de Fabricação das Amostras.....	96
4.2.2.1	Estudo Piloto	96
4.2.2.2	Produção e Moldagem do Compósito.....	97
4.3	DESCRIÇÃO DA FASE COMPLEMENTAR: OFICINA E APLICAÇÃO	101
4.3.1	Sensibilização e contextualização do conteúdo.....	103
4.3.2	Coleta de Dados.....	109
4.3.3	Desenvolvimento das propostas.....	111
5	4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	114
5.1	ESTUDO DA GRANULOMETRIA.....	114
5.1.1	Estudo Piloto.....	115
5.1.1.1	<i>Geração das Partículas.....</i>	115
5.1.1.2	<i>Classificação das partículas.....</i>	116
5.2	MOLDAGEM DOS COMPÓSITOS.....	121
5.2.1	Geração das amostras.....	123
5.2.1.1	<i>Aplicação da resina.....</i>	123
5.2.1.2	<i>Moldagem com a Uréia-Formaldeído.....</i>	124
5.2.1.3	<i>Moldagem complementar.....</i>	129
5.3	APLICAÇÃO DO COMPÓSITO	133
5.3.1	Atributos referentes à moldagem e reprodução da forma.....	134
5.3.2	Atributos referentes à textura	136
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES	148
6.1.1	Quanto ao compósito	149
6.1.2	Quanto à moldagem e a aplicação do material.....	150
6.1.3	Quanto à espécie vegetal	151
	REFERÊNCIAS.....	153
	APÊNDICES	167
	ANEXO.....	172

1. INTRODUÇÃO

A escolha de um material acompanha o respeito pela sua estrutura. Sendo assim, o objetivo de cada objeto e a capacidade deste de se conformar se dará segundo a natureza do material (DIAS, 2009).

A Araucária é uma árvore símbolo do planalto sul brasileiro e sua floresta chegou a cobrir mais de um terço de toda sua extensão, tendo sido a maior floresta original da região. A Floresta com Araucária ou Floresta Ombrófila Mista (FOM) pertence ao Bioma Mata Atlântica e caracteriza-se por ocorrer em lugares com chuvas bem distribuídas ao decorrer do ano (ombrófila) e por combinarem duas floras distintas: a Temperada Austro-Brasileira e a Tropical Afro-Brasileira (mista).

Os ancestrais da espécie *Araucaria angustifolia* viviam em condições ambientais mais homogêneas em clima frio e seco, o que favorecia o seu desenvolvimento e ocupava áreas maiores das que as delimitadas hoje pela FOM. A atual e progressiva tropicalização do clima favoreceu a substituição de florestas específicas de clima frio por aquelas que melhor se adaptam ao calor (KOCH, 2002).

Cita-se aqui o trabalho de Behling *et al.* (2009) em relação às mudanças nos campos subtropicais do sul do Brasil e que são compostos por um ecossistema de alta biodiversidade, entre eles as Florestas com Araucária nas áreas de maior altitude. No estudo os autores debatem se a formação dos atuais mosaicos de campo-floresta ocorreram de forma natural ou em decorrência das atividades humanas dos períodos pré e pós-Colombiano, já que a progressiva mudança no clima (úmido e quente) tenderia a favorecer o avanço de florestas.

Koch (2002) vem a argumentar que as ações antrópicas, como a colonização desregrada das regiões sudoeste, oeste e noroeste paranaense no início da década de 1940, o aumento da área para a produção agrícola, a exploração da madeira para exportação, o desenvolvimento da indústria madeireira e o interesse nas espécies de crescimento rápido para a produção de papel foram as responsáveis pela elevada redução da Floresta com Araucária, não somente no estado do Paraná como também nas demais regiões brasileiras de ocorrência da espécie.

Os estudos e inventários relativos à atual condição das florestas com Araucária no estado do Paraná divergem em informações. Sanquetta e Mattei (2006) argumentam que ainda existe um expressivo percentual de remanescentes da FOM, com números apontando para 25%, ou seja, $\frac{1}{4}$ da formação original, porém com os maiores fragmentos de floresta localizados em regiões menos

desenvolvidas e em posição geográfica desfavorecida em relação ao anel de circulação econômica do estado, além da topografia acidentada e a baixa condição agrícola do solo e densidade populacional.

Desde o ano de 2001 é proibida a exploração da madeira da Araucária, de acordo com a resolução nº 278 do Conama (BRASIL, 2001), que dispõe da proibição do corte e exploração das espécies ameaçadas de extinção da flora Mata Atlântica, porém, no estado do Paraná, foi registrada a derrubada de 1.988 hectares de floresta entre os anos de 2014 e 2015, sendo áreas autorizadas pelo IAP e outras ilegais, colocando o estado como o recordista nacional de devastação da Floresta Atlântica, conforme estudo realizado pela Fundação SOS Mata Atlântica. O corte da Araucária permaneceu proibido no estado até janeiro de 2017 (BREMBATTI, 2016).

Apesar do cenário apresentado, tem se observado o crescimento de publicações científicas desde o ano de 2002 até o momento presente que tratam sobre a clonagem e enxertia de árvores e a viabilidade econômica, social e comercial do pinhão, o Produto Florestal Não Madeireiro (PFNM) proveniente da Araucária. O pinhão é considerado o segundo principal produto da *Araucaria angustifolia* e a sua coleta é uma representativa fonte de renda e sustento para as comunidades e famílias que residem próximo às áreas com Floresta (GODOY, 2012) entre os meses de março a setembro, período produtivo da espécie.

A valorização do potencial da Araucária como árvore frutífera e fornecedora de pinhão apresenta-se como uma forma de manutenção da espécie e de conservação dos fragmentos de floresta, bem como da regeneração de novas áreas plantadas. De acordo com o professor e pesquisador Flávio Zanette, em reportagem ao jornal Gazeta do Povo (TRISOTO, 2013), as pesquisas científicas e a revisão dos aspectos legais são fundamentais para o futuro da preservação da Araucária. Rever a legislação pertinente à espécie não envolve tornar às áreas desprotegidas, mas sim regulamentar o seu plantio e a exploração comercial da árvore como meio de fomento à produção do pinhão.

Contudo, menciona-se aqui a crítica trazida por Silva e Heemann (2007) no contexto designado de Tecnosfera. No cenário da Tecnosfera, conforme os autores há uma legitimização àqueles que possuem 'direitos', os levando a não se preocupar com os efeitos e motivos éticos de seus atos. Esclarece-se que no argumento da Tecnosfera a questão política da democracia é também representada economicamente pelo capital, sustentada pelo direito liberal (liberdade).

Portanto a percepção e valoração da natureza estão a serviço do direito e ao ideal de liberdade e uma consciência diferente no agir em relação aos valores qualitativos da natureza podem parecer tentativas ingênuas e românticas.

No entanto, não objetiva-se aqui desacreditar as práticas e pesquisas de fomento para a Araucária, e sim propor alternativa condizente a sua natureza e aos seus aspectos produtivos por meio

das oportunidades da exploração do pinhão, como o Projeto Pinalim da Embrapa Floresta com a produção do livro *O Pinhão na Culinária* vencedor na categoria *Fruits* no concurso *Gourmand World Cookbook Awards 2015*, uma competição aberta a livros de gastronomia e que ocorre desde 1995 (EMBRAPA, 2015).

O Instituto Federal Santa Catarina (Campus Urupema) pesquisa a elaboração de malte a base de 100% de pinhão para o uso em cervejas artesanais. Os pesquisadores monitoram também o emprego do resíduo da casca como carvão ativado para a indústria têxtil na remoção de corantes (IFSCTV, 2016).

Outro exemplo é o Araucária+, projeto com área de atuação nos municípios do estado de Santa Catarina (Figura 1) e parceria entre A Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza e o CERTI (Fundação Centros de Referência de Tecnologias Inovadoras). O Araucária+ colabora na oferta de pinhão para elaboração de cervejas comercializadas sazonalmente conforme o período legal de coleta da semente, em condições que preveem a sustentabilidade da área e que de acordo com Pedro Reis gestor da cervejaria Insana, "*contribui na conservação das florestas ameaçadas e valoriza um produto regional do Sul*" (FUNDAÇÃO GRUPO BOTICÁRIO, 2015).



FIGURA 1. ÁREA DE ABRANGÊNCIA DO PROJETO ARAUCÁRIA+

Fonte: Fundação Grupo Boticário (2015).

Também no estado de Santa Catarina, o *Slowfood*, associação internacional "*sem fins lucrativos e que priva pelo prazer da alimentação por meio de produtos artesanais e que respeitam o meio ambiente e as condições de vida dos produtores*", participa com a cooperativa Ecoserra (coletores de pinhão da região de Urubici/SC) em campanhas que fortalecem e qualificam o consumo do pinhão (MOVIMENTO, 2016).

Percebe-se nos casos supracitados o potencial de valorização do pinhão como produto alimentar, o que, pelo ponto de vista do design, além das questões pertinentes à conservação ambiental e por destacar os aspectos da cultura material da região sul do país, possibilita a

oportunidade para os estudos que considerem a aplicabilidade do resíduo descartado da semente - a casca do pinhão - bem como dos demais componentes existentes na pinha, o pseudofruto da Araucária onde o pinhão se forma.

Menciona-se o estudo de aplicação de outro componente da espécie, os galhos secos, conforme visto em Rios *et al.* (2015), onde os resultados para a produção de painéis aglomerados mostraram-se satisfatórios às normas em termos de propriedades físicas, porém com propriedades mecânicas melhoradas quando o material é mistura com madeira.

No contexto apresentado reflete-se sobre a perspectiva do design e do desenvolvimento de produtos onde são necessárias ações críticas, analíticas e responsáveis em relação às condições de vida futuras e que possibilitem a geração de novas formas de identificação de problemas e possibilidades para o design (MEURER, 2001).

Conjectura-se então que o designer deve acompanhar as mudanças ambientais, econômicas, legais e produtivas, afim de que, consiga a partir delas, propor diferentes soluções para as demandas de mercado e de desenvolvimento de produtos e que estejam em concordância com a conservação da biodiversidade.

Elucida-se iniciativa que busca promover a preservação da biodiversidade e que motiva ações sociais através da oferta de serviços e produtos, a *Biodiversity Conservation and Businee – Is that possible? Let's find out together!* com a participação da Fundação Grupo o Boticário de Conservação da Natureza, através de desafio que selecionam por meio do *crowdfunding* idéias para negócios inovadores e que atuem em setores da economia (Figura 2).



FIGURA 2. DESAFIO INNOVATIVES – OPEN PLATFORM FOR SUSTAINABILITY

Fonte: Adaptado pela Autora do Sítio Eletrônico (PLATAFORMA INNOVATIVES, 2016).

Desse modo, a partir da utilização de resíduos vegetais descartados para redirecioná-los a setores produtivos, como no exemplo deste estudo através do pinhão, aufere-se na contribuição da promoção de novas estratégias para o desenvolvimento de produtos que, além da diminuição do impacto ambiental através do uso de um material de rejeito renovável, substitui a extração de outros

materiais (matérias-primas virgens) para fins industriais e colabora na manutenção da biodiversidade da flora local.

Em um processo produtivo que se utiliza do reaproveitamento dos resíduos vegetais, a melhoria não estará somente na oportunidade ambiental, mas também no contexto social local onde o resíduo se origina e no respectivo valor que o material poderá trazer para o mercado através do desenvolvimento de produtos e atribuição de valor.

Exemplificam-se desta forma a pesquisa de Mourão (2011) que investiga a potencialidade criativa para os resíduos vegetais do Cerrado Mineiro a partir, entre outras, da perspectiva do design sistêmico.

Bistagnino (2009) compara o design de abordagem linear como sendo orientado à produção de bens e serviços para o mercado e de forma pontual, desconsiderando “os valores sociais, culturais e éticos que constituem a essência do produto”, enquanto que, na abordagem sistêmica do design o projeto orienta-se às relações geradas e para a identificação dos fluxos de matéria e energia existentes nas entradas e saídas dos processos produtivos. Para o autor, o design sistêmico baseia-se em cercar-se da natureza e da sua dinâmica de funcionamento.

Para Mourão (2011), os resíduos vegetais são visto hoje pelos setores produtivos como poluidores e de baixo valor e a solução de descarte estrutura-se na menos dispendiosa possível. Porém, contrapor o resíduo como recurso requer, segundo a autora, da preservação da sua qualidade e de suas propriedades e de forma que o torne atraente, não perdendo assim seu valor de troca econômica.

Para Krucken e Trusen, (2013), promover a visibilidade e desenvolver as condições para que o potencial dos recursos locais seja real e permanente vem se acentuando com a globalização.

O design pode contribuir significativamente nesse contexto, buscando formas para tornar visível à sociedade, a história por trás dos produtos. Contar a “história do produto” significa comunicar elementos históricos, culturais e sociais associados, possibilitando ao consumidor avaliar e apreciar o produto de forma mais ampla, [...] (KRUCKEN e TRUSEN, 2013).

Neste contexto inicial apresentado esta pesquisa se propõe a identificar alternativas que possibilitem a valorização do resíduo proveniente da pinha da Araucária, e no contexto do desenvolvimento de produtos indaga-se:

Quais as características de espécie vegetal originária do sul e sudeste brasileiro e os critérios de geração de compósitos com partícula vegetal que incidem no design de produtos moldados pelo processo de compressão?

2.1 OBJETIVO

Estudar a aplicação das escamas estéreis da pinha da Araucária (*Araucaria angustifolia*) denominada também de “falha”, em diferentes dimensões de partículas (granulometrias) na produção de compósito para moldagem pelo processo de compressão.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudar as características de obtenção do material (pinha da *Araucaria angustifolia*).
- Identificar granulometrias nos resíduos da pinha para desenvolvimento de compósito com fibras lignocelulósicas.
- Analisar as características de moldagem e a aparência de amostras de materiais composto com resíduos da pinha e resinas sintéticas moldados por compressão.
- Esboçar perfil de produto que possa ser projetado com este material.

2.3 JUSTIFICATIVA

Segundo dados da Organização das Nações Unidas, com a população mundial em aproximadamente 7 bilhões de pessoas calcula-se que o total de resíduos sólidos gerado seja em torno de 1.4 bilhão de tonelada ao ano (1,2 kg ao dia *per capita*), sendo que nos últimos 30 anos a produção de lixo mundial foi 3 vezes maior que o aumento da população e os países mais ricos apresentaram o aumento na geração de lixo na ordem de 14% desde o ano de 1990 (EM DISCUSSÃO, 2014).

No Brasil, conforme o SNIS, sistema integrado ao Ministério das Cidades, a situação dos resíduos sólidos também tem se apresentado crescente em relação ao consumo devido à mobilidade social e migração dos indivíduos das classes C e D para D e E entre 2004 a 2011, com aumento na geração de resíduo *per capita* de 0,93 kg/dia em 2010 para 0,96 kg/dia em 2011 (BRASIL, 2011).

Os últimos dados relativos ao ano de 2014 com uma amostragem de 81, 6% dos municípios brasileiros e em relação aos registrados pelos serviços de coleta, o montante anual de resíduo foi de 64, 4 milhões de toneladas, aproximadamente 176, 4 mil toneladas ao dia (BRASIL, 2014). A cobertura dos serviços de coleta chegou, até o ano de 2011, a abranger 98,4% da população, sendo o maior índice encontrado na região Sul e o menor na região Norte do país. Ressalta-se, porém, que as áreas rurais não apresentam índices satisfatórios chegando a somente a 30% de cobertura por coleta, sendo que a maioria dos rejeitos é queimada, enterrada ou depositada em terrenos (BRASIL, 2011).

No Brasil, o marco regulatório referente à gestão dos resíduos sólidos é a Lei Federal 12.305 de agosto de 2010 com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que define o resíduo sólido como:

[...] “material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível” (BRASIL, 2010).

A gestão dos resíduos sólidos se estrutura na redução do consumo, na reutilização e na reciclagem dos materiais, e podendo, como último recurso, a recuperação do conteúdo energético do que não se é aproveitado. Muitos países vêm optando pela geração de energia através do lixo em usinas de resíduo-energia (*waste to energy*), como meio de unificar o gerenciamento da geração de rejeitos e a demanda por energia (EM DISCUSSÃO, 2014).

Para Vezzoli (2010), as vantagens em termos de meio ambiente na utilização de resíduos produzidos estão em evitar o impacto do descarte em aterros, lixões e outros - minimiza a quantidade de resíduos - e no fato do recurso já estar disponível para a produção de novos produtos, evitando o impacto de novas extrações de matéria-prima natural.

Destaca-se o argumento trazido por Dias e Bortoleto (2014), sobre a falta de clareza entre os conceitos de prevenção e de minimização dos resíduos. Para as autoras, o conceito de prevenção se apresenta ainda de forma genérica na PNRS, e envolve a antecipação das consequências ambientais negativas, atuando de forma prévia a fim de evitá-las.

A prevenção do resíduo sólido exige iniciativas governamentais, políticas públicas e mudanças no comportamento de consumo da população, e em termos empresariais, as ações de prevenção no projeto de produtos podem ocorrer em qualquer fase do ciclo de vida, envolvendo diferentes atores e processos, e que normalmente não estão ligados à gestão dos resíduos (DIAS e BORTOLETO, 2014).

Portanto prevenção e reciclagem estão interligadas em um processo de gestão de resíduos, porém com diferentes abordagens, pois a reciclagem leva a prevenção quantitativa como um efeito colateral da extração e descarte e também reduzindo novas extrações, mas não previne a ocorrência dos resíduos sólidos pré ou pós-consumo.

A gestão dos resíduos sólidos aborda, entre outros, o princípio da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e apresenta entre seus objetivos a promoção do aproveitamento dos resíduos direcionando-os para a mesma ou outras cadeias produtivas, incentivando assim à utilização de insumos menos agressivos ao meio ambiente, bem como o estímulo para o desenvolvimento do mercado, da produção e do consumo de produtos derivados de

materiais reciclados e recicláveis (BRASIL, 2010), porém não esclarece meios e técnicas que viabilizem estas ações.

Neste contexto, a responsabilidade compartilhada interage ao conceito de Ecologia Industrial, que, conforme Teixeira (2005) se apresenta como ferramenta teórica e prática para a circulação de matéria-prima entre os setores produtivos, sendo o descarte de um o insumo para outro, exemplificado pelo autor pelo resíduo de madeira de uma determinada empresa que entra como matéria-prima para seus novos produtos ou para produtos de setores diversos.

Outro conceito atrelado à Ecologia Industrial, como menciona o autor, é o Eco-Design ou DfE (*Design for Environment*), onde se monitora todo o ciclo de vida do produto em um processo projetual orientado ao meio ambiente, propondo soluções de menor impacto ambiental em cada uma das fases da produção, ou seja, na extração, fabricação, logística, uso e descarte (TEIXEIRA, 2005).

Dias e Bortoleto (2014), também propõe que é nas fases do ciclo de vida dos produtos que a prevenção dos resíduos deve ser contemplada, sugerindo as estratégias de (Figura 3:)



FIGURA 3. ESTRATÉGIAS DE PREVENÇÃO DE RESÍDUOS NAS FASES DO CICLO DE VIDA
Fonte: Dias e Bortoleto (2014).

De acordo com Kindlein (2013), ao se pensar em design, materiais e meio ambiente, deve-se levar em conta parâmetros de projeto que proponham a recuperação, reutilização e reciclagem dos resíduos, como exemplo o princípio dos 3'R (Reduzir/Reutilizar/Reciclar) e que deve também ser pensado em todas as fases de desenvolvimento de produtos apresentando melhores resultados quando associados a outras estratégias, como a facilidade de desmontagem (DfA – *Design for Assembly*).

O *upcycling* também se apresenta como uma estratégia eficaz de reutilização. Enquanto a reciclagem envolve as etapas produtivas e reprocessamento químico e/ou físico do resíduo gerado, o *upcycling* recupera o material em seu fim de vida útil de modo que seu reaproveitamento e/ou transformação pouco interfira em sua forma original, normalmente com poucos processos adicionais, sem perda de qualidade e valor agregado, se aproximando, portanto do conceito de reutilização (SANTOS E CAVALCANTI, 2015).

Para Kim (2012), o *upcycling* é uma abordagem *cradle to cradle* recorrente no contexto de “moda contemporânea” e design, envolvendo o desenvolvimento criativo e artístico de roupas e

acessórios e geralmente com conceitos *eco-frindely*, *slow-design* e design sustentável comunicados pelas indústrias.

A Figura 4 apresenta alguns produtos desenvolvidos a partir do conceito de *upcycling*.



FIGURA 4. PRODUTOS FEITOS A PARTIR DA ESTRATÉGIA DE *UPCYCLING*
 Fonte: Google imagens (2016).

No âmbito deste estudo e na proposição de alternativa para a reciclagem dos resíduos sólidos gerados a partir do pseudofruto da pinha da Araucária e o incentivo ao consumo do pinhão, trata-se da classificação dos resíduos agrossilvopastoris, que são gerados a partir das atividades agropecuárias e silviculturais estabelecidas na Lei 12.305/10.

Neste contexto, de acordo com Rosa *et al.* (2011):

[...] “a geração de resíduos está associada ao desperdício no uso de insumos, às perdas entre a produção e o consumo, e aos materiais que, gerados ao longo da cadeia agroindustrial, não possuem valor econômico evidente”.

Os autores exemplificam os casos dos resíduos de biocombustíveis como o bagaço de cana de açúcar à ração animal, papel/papelão, aglomerados e materiais de suporte à construção civil e como os subprodutos do processamento do dendê (compostagem, adubo e alimentação de animais domésticos), e os casos do resíduo da casca de coco verde para vasos, tapetes, artesanato e componentes automotivos e do resíduo do pseudocaule da bananeira para massa de celulose e fabricação de papéis especiais (ROSA *et al.* 2011).

Os resíduos orgânicos agrossilvopastoris são de difícil mensuração devido aos diferentes tamanhos das propriedades rurais, localização de difícil acesso, diferença nos processos utilizados e a grande variedade de culturas existentes no país. Porém estima-se o crescimento no número de resíduos devido ao aumento produtivo que vem ocorrendo no setor agropecuário, reforçando a

importância do inventário e da gestão destes rejeitos, assim como da inclusão do setor no Sistema Nacional de Informações de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2012).

Vale ressaltar que o estado do Paraná foi responsável, no ano de 2016, por 23% de participação em relação a todas as riquezas geradas no país no setor agropecuário através da produção de soja, trigo, feijão e frango (CAMPOS, 2016).

Em relação aos resíduos das atividades silviculturais, observa-se que o Brasil é um dos maiores produtores e consumidores de produtos à base florestal, portanto estratégico à economia nacional, com aproximadamente 516 milhões de hectares entre florestas nativas e plantadas (BRASIL, 2012). A Tabela 1 apresenta as principais espécies plantadas no país, o percentual por área e principais usos, conforme dados do ano de 2009:

TABELA 1. ESPÉCIES FLORESTAIS PLANTADAS NO BRASIL

GRUPO DE ESPÉCIE	ÁREA (por ha)	PARTICIPAÇÃO (%) DA ESPÉCIE NO TOTAL	PRINCIPAIS USOS
Eucalipto	4.515.730	66,58	Celulose, papel, madeira serrada, painéis compensados, carvão vegetal, construção civil e naval, embalagens.
Pinus	1.794.720	26,46	Celulose, papel, madeira serrada, painéis compensados, carvão vegetal, moveleiro, construção naval.
Acácia	174.150	2,27	Madeira, energia, carvão para celulose, painéis de madeira, tanino, curtume, adesivos, borrachas.
Seringueira	128.460	1,89	Madeira, energia, celulose, seiva, borracha.
Paricá	85.320	1,26	Lâminas de compensado, forros, palitos, papel, móveis, acabamento e molduras.
Teca	65.240	0,96	Construção civil (portas, janelas, lambris), assoalhos, decks, móveis, fósforo, lápis e carretéis.
Pinheiro-do-Paraná ou Araucária	12.110	0,18	Serrados, lâminas, forros, molduras, ripas, caixotaria, estrutura de móveis, fósforos, lápis e carretéis.
Pópulus	4.030	0,06	Fósforos, partes de móveis, portas, marcenaria, interior, brinquedos, utensílio de cozinha.
Outras	2.740	0,04	-----
Total	6.782.500	100	-----

Fonte: Brasil, 2012.

Os produtos madeireiros são os mais importantes na cadeia florestal sendo que esta se divide em dois modelos de organização industrial: um vertical - da floresta até o produto final - com poucas e grandes empresas responsáveis pela produção de painéis aglomerados, laminados, chapas de fibra e celulose, e outro responsável pela produção de madeira serrada, móveis e chapas de compensado,

com um elevado número de empresas de pequeno e médio porte pulverizadas no território nacional (BRASIL, 2012).

Não há no Plano Nacional de Resíduos Sólidos a menção referente à produção e mercado dos produtos florestais não madeireiros, porém são importantes produtos à economia nacional e definidos pelo documento como (Figura 5):

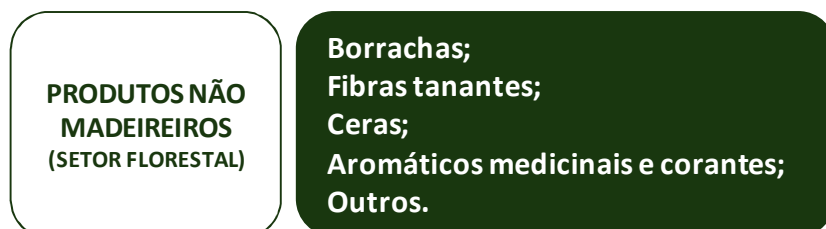


FIGURA 5. PRODUTOS FLORESTAIS NÃO MADEIREIROS

Fonte: Brasil, 2012.

Calegari (2013), na investigação junto a designers sobre a aplicação em produtos de biocompósitos com fibra de curauá - produto florestal não madeireiro - observou que os resultados da pesquisa reforçam a relação entre a configuração dos produtos e o material aplicado, tanto pelos aspectos considerados tangíveis de um material, ou seja, suas características físicas e propriedades, como pelos atributos estético e cultural.

Conhecer e compreender os aspectos físicos e simbólicos dos materiais possibilita propor novas e criativas aplicações, bem como oportuniza a geração de novos materiais através do uso de resíduos. Para Manzini e Vezzoli (2008) há uma crescente atenção científica e tecnológica à criação de novos materiais, porém somente o profundo conhecimento das propriedades e a previsão de seu comportamento, indicarão como os materiais podem ser utilizados racionalmente, sendo que os critérios de minimização dos impactos ambientais serão os mesmos para os novos como para os velhos materiais.

Considera-se também que a pesquisa em novos materiais para o desenvolvimento de produtos pode ser acrescida pela participação ativa de designers, assim como na contribuição inversa através do conhecimento relativo às características dos materiais e que podem ser agregados ao campo do design, conexão sempre reconhecida por meio dos concursos promovidos pelas empresas fabricantes e transformadoras de matéria-prima, como Masisa, Alcoa, GE Plastics, Du Pont, Ciba (DIAS, 2009).

2.4 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Esta pesquisa abrange o estudo da aplicabilidade de um resíduo vegetal proveniente do pseudofruto (pinha) da *Araucaria angustifolia* (Araucária) na produção de compósito onde serão utilizadas as resinas uréia formaldeído (UF) e poliacetato de vinila (PVAc) para moldagem de produtos pelo método de compressão. Abordando o estudo da geometria das partículas da fibra vegetal e como estas se comportam na mistura e no processo de moldagem, na análise da aparência superficial, nas espessuras, obtenção de ângulos e arestas e fidelidade de reprodução da forma e na densidade do produto final.

Portanto não farão parte deste estudo o uso de resinas biodegradáveis, e que, combinadas com as fibras vegetais, dão origem ao que se denomina como biocompósitos. Porém se visualiza a contribuição deste estudo às demais pesquisas que pretendam empregar resinas provenientes de biomassas ou polímeros sintéticos biodegradáveis com o resíduo da pinha, reputando a validade ambiental, econômica e tecnológica desta categoria de material.

Delimita-se também que a presente pesquisa, mesmo se contextualizando na conservação e manutenção de uma espécie vegetal, não adotará os critérios teóricos de desenvolvimento de produtos sustentáveis e estratégias de menor impacto para o ciclo de vida dos produtos, mesmo considerando que o estudo pode contribuir com a diminuição de extração de recursos virgens através da extensão de vida de um material.

Como já mencionado, o resíduo pesquisado está associado à coleta de sua semente e incentivo ao seu consumo, que ainda se apresenta com baixo grau de beneficiamento e grande parte do emprego e comercialização *in natura*. A produção das pinhas (pseudofruto) corresponde ao ciclo produtivo da espécie escolhida, com sazonalidade na oferta durante os meses do ano (de março a setembro), sua coleta se dá em cadeia extrativista muito simplificada e realizada normalmente em comunidades rurais.

Portanto a delimitação do processo de moldagem por compressão se contextualiza por apresentar menor custo e facilidade de processamento no que diz respeito aos maquinários e moldes, o que se compreende como condições que dialogam com a atuação situação da cadeia extrativista do resíduo delimitado na pesquisa.

Esta pesquisa advém de atividades desenvolvidas pela autora no campo profissional e acadêmico do design e, contudo não se propõe verificar os critérios de seleção de materiais durante as fases de projeto.

2.5 VISÃO GERAL DO MÉTODO

Este estudo tem como *objeto* de pesquisa o resíduo da pinha da Araucária para a formulação de material composto com adesivos, propondo-se aqui, por meio da revisão de literatura e da observação do comportamento das variáveis do *objeto* de pesquisa em campo, sugerir perfil de produto que possa ser projetado com este material.

O estudo é do tipo exploratório, portanto sem a formulação de hipótese, e tem entre seus propósitos investigar o estado da arte da conservação da Araucária, suas características em termos de propriedades e o consumo de sua semente, o pinhão, assim como delinear a sua cadeia extrativista admitindo que este conjunto de fatores interfere diretamente na aplicação da espécie como recurso material.

A classificação adotada para o estudo é apresentada pela Figura 6:

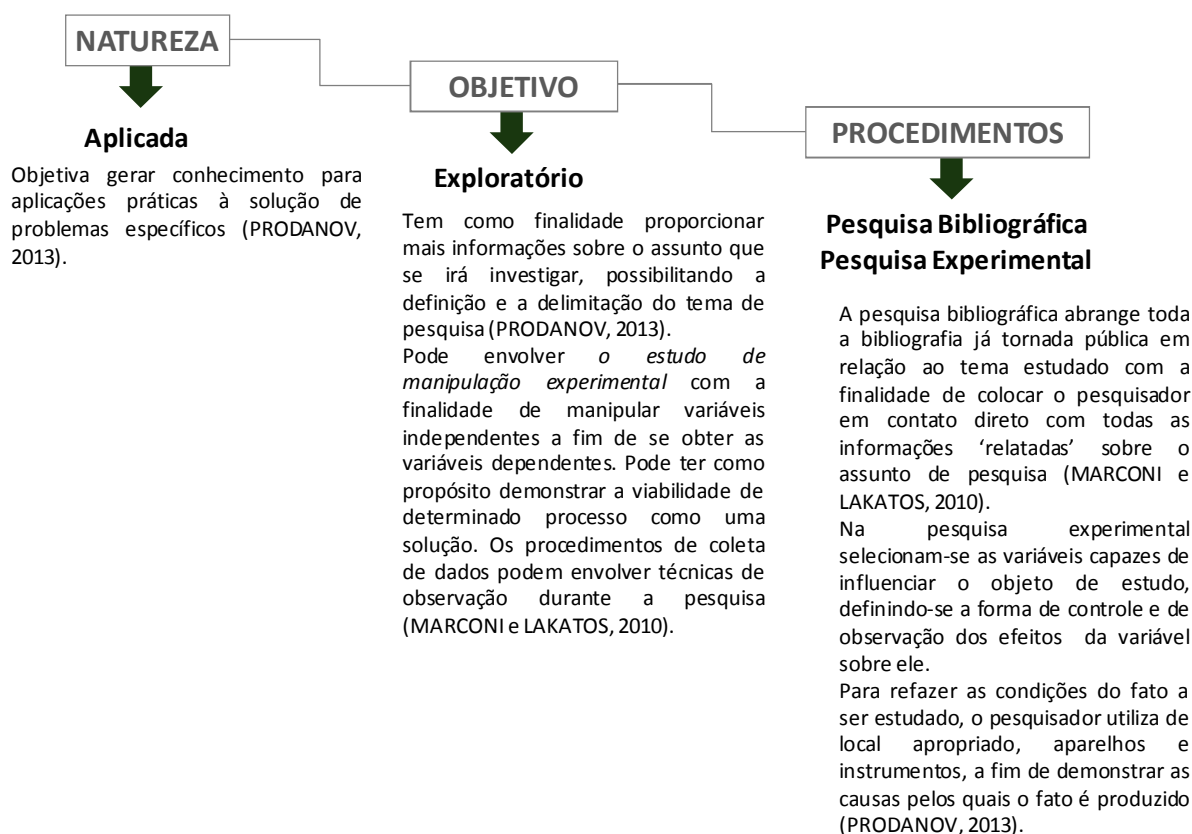


FIGURA 6. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Fonte: Adaptado pela Autora de Marconi e Lakatos (2010) e Prodanov (2013).

Os resíduos provenientes da pinha (pseudofruto) da Araucária são aqui estudados com base nos critérios relativos à granulometria de partículas para a produção de painéis particulados, e que, somados ao estudo dos adesivos (resinas sintéticas) e dos processos de compressão (a quente e a frio) por molde bipartido possam expor a perspectiva de produção e comercialização de produtos,

identificando também atributos do material que possibilitem a sua aplicação e valorização através do design de produto.

Compreende-se que este estudo está de acordo com as asserções feitas por Marconi e Lakatos (2010) sobre a pesquisa exploratória que usa de procedimentos específicos e de manipulação experimental, onde o primeiro, a partir da revisão bibliográfica e dos procedimentos de coleta de dados em campo, permite extrair generalizações que possam ser quantificadas em estudos subsequentes, e o segundo, através da manipulação das variáveis independentes possa-se demonstrar a viabilidade de determinadas técnicas *"como uma solução, potencial e viável"* para problemas do cotidiano.

O método de pesquisa deste estudo é dividido em três fases, a primeira com a revisão da literatura, e duas fases posteriores com pesquisa de campo, conforme esquema apresentado pela Figura 7:

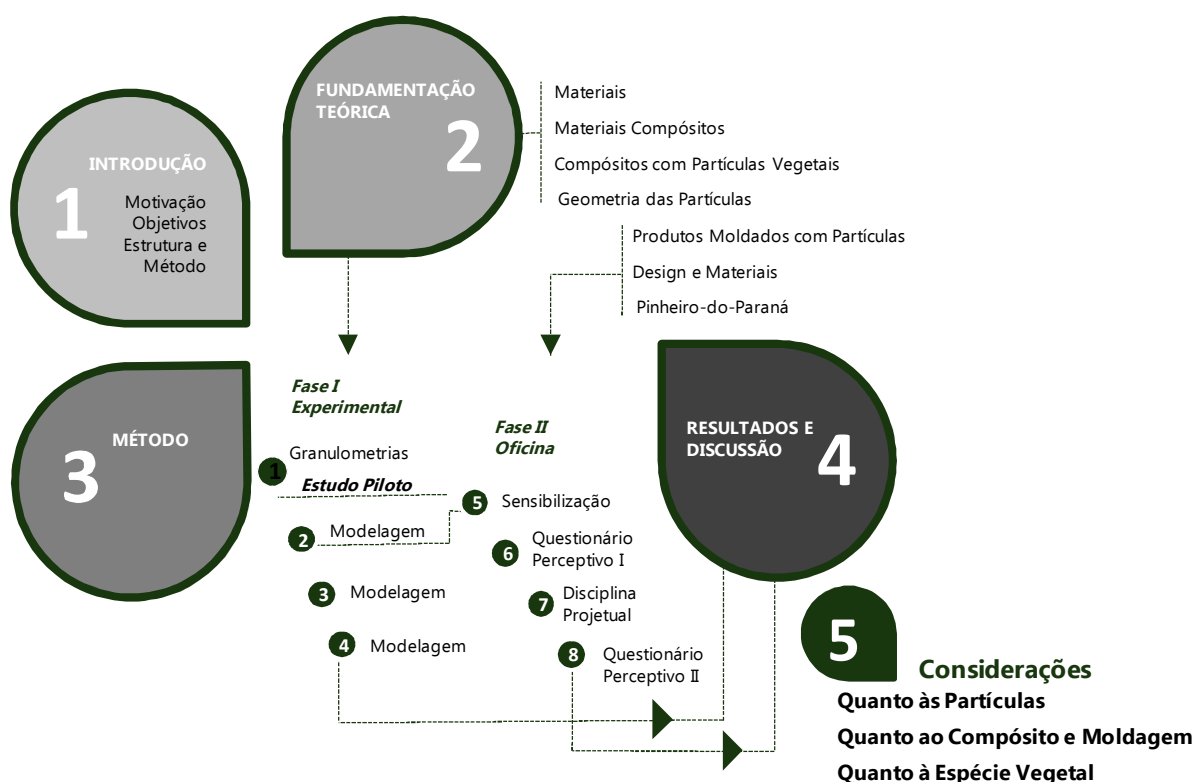


FIGURA 7. ESQUEMA GERAL DO MÉTODO DE PESQUISA

Fonte: A Autora.

As Fases I Experimental e II Oficina de Aplicação utilizaram da técnica de coleta de dados por observação: a) em laboratório com condições determinadas e que se aproxima de situações reais; b) participante, com a inserção do pesquisador no grupo pesquisado e c) sistemática com instrumento (questionário) para coleta dos dados (MARCONI e LAKATOS, 2010).

A pesquisa em laboratório por meio da observação e medição permite ao pesquisador o controle do experimento conduzindo a certos resultados, sendo que, esta categoria de pesquisa segundo Marconi e Lakatos (2010) apresenta 4 aspectos próprios: *objeto*, *objetivo*, *instrumental* e *técnicas*. No âmbito deste estudo considera-se:

- I. **Objeto:** resíduo da pinha da Araucária em compósitos, especificamente o componente denominado de escama estéril (ou falha).
- II. **Objetivo:** identificar granulometrias para o resíduo que permitam sua aplicação na formulação de compósito, observar os critérios relativos a sua moldagem pelo processo de compressão para esboçar sugestão de produtos.
- III. **Instrumental:** equipamentos para a formulação do experimento e verificação das escolhas de aplicação.
- IV. **Técnicas:** pertinentes a geração de partículas de fibras vegetais e moldagem por compressão.

O estudo tem enfoque dominante qualitativo, porém também com o emprego do quantitativo. A abordagem qualitativa, para Sampieri, Collado e Lucio, (2006) possibilita descobrir e refinar questões da pesquisa sem necessariamente se basear em métodos por medição numérica, fazendo uso da observação e da descrição. A abordagem qualitativa pode ter modelos de pesquisa mais cíclicos e variáveis, devido sua adaptação às mudanças dos eventos durante o desenvolvimento do estudo.

Já no enfoque quantitativo é possível obter as evidências por meio do que é estabelecido pelo recorte teórico, e seu objetivo estará em constatar se as premissas da pesquisa estão ou não próximas da realidade, para tanto se baseia em experimento e questionário estruturado (SAMPIERI, COLLADO e LUCIO, 2006).

2.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A pesquisa que será descrita neste documento foi organizada e planejada conforme o quadro representado pela Figura 8:



FIGURA 8. ESTRUTURA DA PESQUISA

Fonte: A Autora.

Para tanto, a pesquisa se apresenta:

Capítulo 1 – O estudo inicia-se com a apresentação do contexto da *Araucaria angustifolia* e de sua manutenção através da valorização de sua semente, o pinhão, seguido pela apresentação do problema e dos objetivos propostos. A justificativa e representatividade dos resíduos como matéria-prima e delimitação do tema com o recorte do que foi tratado em campo. A definição do método apresenta a classificação em conformidade com o problema e objetivo proposto.

Capítulo 2 – Discorre sobre a revisão de literatura, onde se apresentam o conceito e a classificação dos materiais, os compósitos e suas características, as propriedades e processamentos no contexto das fibras vegetais e geração de partículas. Os critérios para produção de produtos moldados a partir de madeira (material lignocelulósico) reconstituída e a relação existente entre o processo projetual do design e os materiais. Finaliza-se o capítulo na apresentação do estado da arte da espécie vegetal estudada, as características de sua semente, o pinhão, e como se estrutura a sua cadeia extrativista.

Capítulo 3 – Discorre sobre o método apresentado e as fases em que se dividiu: Estudo Piloto, Experimental e Oficina. Relatam os equipamentos, procedimentos e técnica de coleta de dados.

Capítulo 4 – São apresentados os resultados do estudo da partícula vegetal e da sua moldagem por compressão em diferentes misturas. Os resultados de produto para aplicação e atributos identificados no material e em sua moldagem

Capítulo 5 – As considerações finais apontam as especificidades dos conteúdos que balizaram o estudo: a obtenção de partículas das escamas estéreis, o compósito, sua moldagem e aplicação e a espécie vegetal *Araucaria angustifolia*.

REVISÃO DA LITERATURA

3.1 MATERIAIS: CLASSIFICAÇÃO E CONCEITOS

Esta seção e as subseções seguintes abordam o conceito de materiais e como a Ciência (CM) e a Engenharia (EM) se dividem perante as especificidades de seus estudos e aplicações. Adentra-se a definição e as características dos materiais compósitos e como estes se comportarão quando combinados com as fibras vegetais, tratando das propriedades da geometria das partículas e dos demais componentes que, quando misturados, resultarão no material proposto neste estudo.

A palavra matéria, do latim *materia*, é a substância constituinte de todos os corpos físicos e o termo material, seu derivado, é a substância que lhe compõe (LAROUSSE, 2004). A palavra matéria provém da raiz *mater* e, no latim, o sufixo *ea* é destinado a adjetivos que indicam natureza, significando algo próximo à *natureza da mãe*. Portanto, entende-se a matéria como o fundamento de tudo que existe no universo e, o material, sua substância constituinte.

O conceito de material tratado nesta pesquisa aborda as substâncias que possuem propriedades que possibilitam seu emprego em construções de máquinas, estruturas, dispositivos e produtos. Esta definição, estabelecida no ano de 1974 se propôs a delimitar o escopo de abrangência do que entende-se por materiais - já que estes são representados por todos os estados da matéria permeando, assim, grande parte das ciências naturais e aplicadas - e a unificar uma quantidade de estudos comuns da Ciência dos Materiais – CM - e da Engenharia dos Materiais – EM (WALTER, 2006).

Compreende-se que não existe uma linha separatória entre a Ciência e a Engenharia dos Materiais. Enquanto a primeira estuda os princípios básicos - estrutura, propriedades e processamento - e as suas relações - a segunda, por meio destes princípios, viabiliza sua transformação em objetos (SMITH e HASHEMI, 2012).

A estrutura dos materiais envolve os arranjos de átomos de mesma espécie ou a combinação entre diferentes, através de ligações químicas e interações eletromagnéticas, podendo formar estruturas cristalinas ou amorfas e exercendo grande influência nas propriedades dos materiais (ASKELAND, 2010). As propriedades dos materiais se referem à capacidade que estes têm em resistir a certos carregamentos, como calor, eletricidade e/ou aplicação de forças, podendo ser classificadas em propriedades mecânicas, elétricas, térmicas, óticas e magnéticas (PADILHA, 1997).

Walter (2006) exemplifica as propriedades citando o comportamento dos materiais perante as correntes elétricas, a sua capacidade calorífica e de condutividade térmica, os seus índices de refração, reflexão, absorção e transmissão de luz, assim como reação dos materiais com o meio a que estão expostos e com outros materiais, como a água, a resina e os ácidos.

O autor menciona ainda as propriedades sensoriais (ou perceptivas) que estabelecem, como exemplo, sua maciez, transparência, emissões sonoras (agudas/abafadas), entre outras.

Os processos se referem a um amplo conjunto de técnicas passíveis de serem aplicadas aos materiais e que determinam as formas dos produtos (WALTER, 2006). O autor descreve que a aplicação de um material – ou a fabricação de um produto com desempenho (*performance*) adequado – dependerá da tríade estrutura-propriedade-processo, de forma que, a partir dela, existirá um número de materiais selecionáveis para a aplicação, assim como, a partir de uma aplicação específica, se poderá selecionar o material mais adequado, conforme as relações entre sua estrutura, propriedades e processamentos, conforme exemplificado na Figura 9.

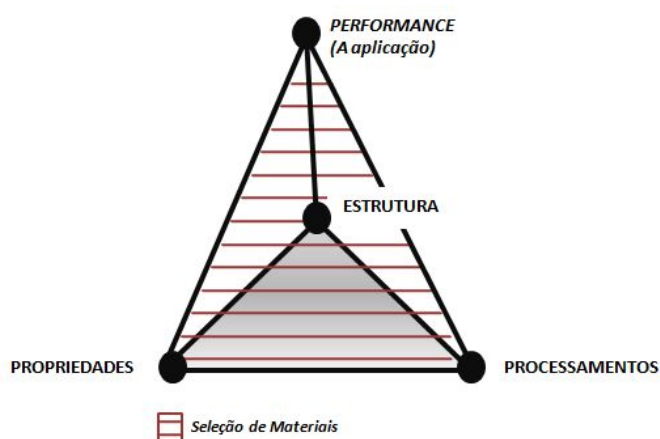


FIGURA 9. TETRAEDRO COM A RELAÇÃO ENTRE ESTRUTURA, PROPRIEDADES, PROCESSAMENTO E APLICAÇÃO DE UM MATERIAL

Fonte: Adaptado pela autora de Walter (2006).

Callister (2008) argumenta que é imprescindível o conhecimento das propriedades dos materiais combinadas com a estrutura e as diversas etapas de processamento pelos quais o material poderá vir a ser submetido, a fim de evitar deformações ou falhas em suas aplicações.

Os materiais empregados na engenharia e na produção de produtos são normalmente classificados em 3 categorias principais – os metálicos, os cerâmicos e os poliméricos. Dias (2009) aponta que desde o ano 10.000 A.C. até o ano 0 já se relata a presença de todas as classes de materiais, alguns empregados em estado natural e outros transformados, como os metais e os cerâmicos.

3.1.1 Materiais compósitos

Os materiais compósitos¹ abordados neste estudo são os materiais de engenharia elaborados artificialmente com o propósito de se combinar as características de um ou mais materiais (PADILHA, 1997) para que o resultado desta combinação apresente diferentes propriedades e, dê preferência, com desempenho superior aos mesmos materiais aplicados de forma isolada (LIMA, 2006).

A maioria dos materiais compósitos é formada por duas fases (ou partes): a) a matriz, ou componente matricial que envolve a outra fase e b) o reforço ou estrutura. As propriedades do compósito se darão em função da fase matriz e da sua quantidade, e da geometria do reforço, que envolve a forma, o tamanho, a distribuição e a orientação das partículas (CALLISTER, 2008; LIMA, 2006).

Desta forma, os compósitos podem ser classificados em: compósitos reforçados por partículas (dimensões similares em todas as direções), compósitos reforçados por fibras (grande razão entre comprimento e diâmetro/espessura) e os compósitos estruturais (mais homogêneos).

Esta classificação e suas subdivisões, conforme Callister (2008), são apresentadas na Figura 10.

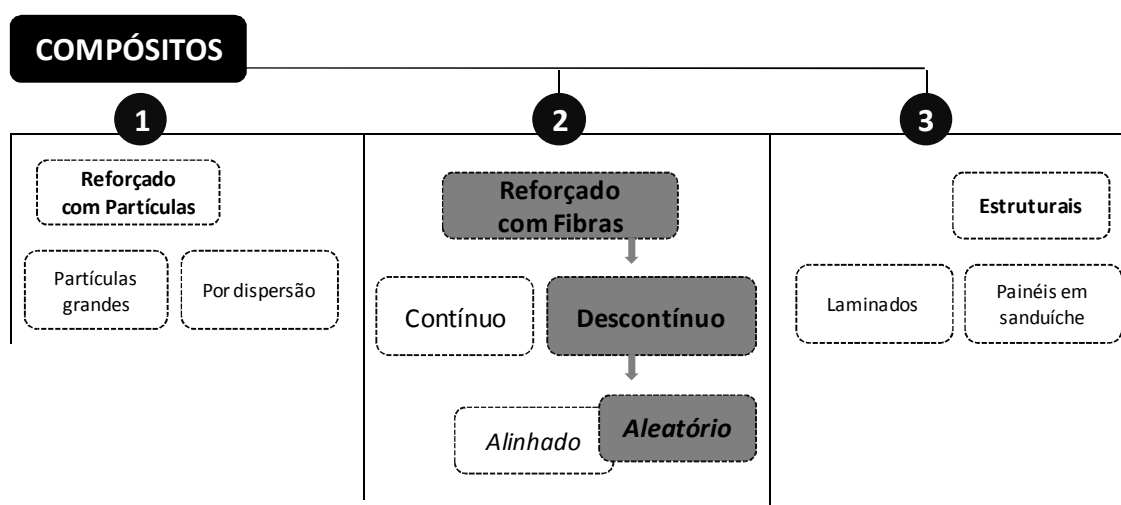


FIGURA 10. TIPOS DE REFORÇO NOS COMPÓSITOS

Fonte: Callister (2008).

Os compósitos reforçados com partículas (1) normalmente possuem reforço mais duro e rígido que a matriz, o que restringe seu movimento próximo à partícula. Como exemplo, Callister (2008) menciona o concreto com a fase matriz cimentícia e como reforço (agregado) a areia e a brita. Também os polímeros que recebem materiais de enchimento particulados como farinha de madeira,

¹ A madeira é considerada como uma variedade de compósito que ocorre de forma natural, consistindo-se de fibra celulósica resistente e flexível, envolvida por um material mais rígido, chamado lignina, assim como os ossos, que são constituídos de uma proteína forte, porém mole, chamada colágeno e outra dura e frágil denominada apatita (CALLISTER, 2008)

areia de sílica e calcário, e que além de modificar ou melhorar suas propriedades substituem parte do custo da adição da resina polimérica, resultando em produtos mais baratos. A fase particulada normalmente é mais dura que a fase matriz, e suas dimensões são iguais para todos os lados.

Segundo Callister (2008), os compósitos reforçados por fibras (2) e que, tecnologicamente se apresentam hoje como os mais relevantes, tendo como principal objetivo a melhora da resistência do composto em relação ao seu peso. As características mecânicas dos compósitos reforçados com fibras irão depender das propriedades das fibras, da sua geometria, concentração e distribuição, compreendendo que a melhora das propriedades do composto tende a se dar com a distribuição uniforme das fibras.

Os compósitos com fibras ainda se dividem entre os com fibras contínuas e descontínuas (curtas) e que quando alinhadas, apresentam a anisotropia, ou seja, diferente resistência às tensões aplicadas nos sentidos longitudinal e transversal², conforme Figura 11:

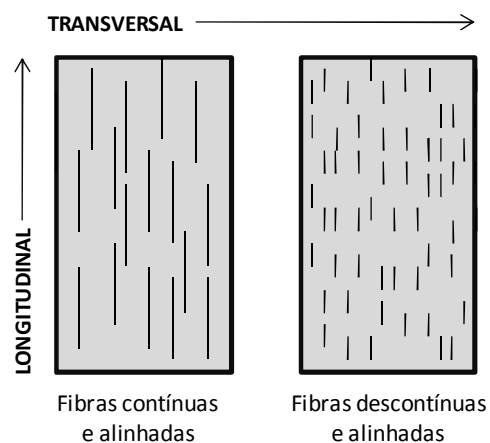


FIGURA 11. DISTRIBUIÇÃO DAS FIBRAS EM UM COMPÓSITO E APLICAÇÃO DE TENSÃO
Fonte: Adaptado pela Autora de Callister (2008).

² A anisotropia é influenciada no sentido longitudinal pela resistência da fibra e no transversal pelas propriedades e interações entre as fibras e a matriz. (CALLISTER, 2008).

Para tensões aplicadas de forma multidirecional, utilizam-se preferencialmente fibras descontínuas aplicadas de forma aleatória (Figura 12), sendo que os processos utilizados para estas fibras são mais rápidos, apresentam menor custo de produção e obtenção de um maior número de formas complexas através das técnicas de moldagem por compressão, extrusão e injeção.

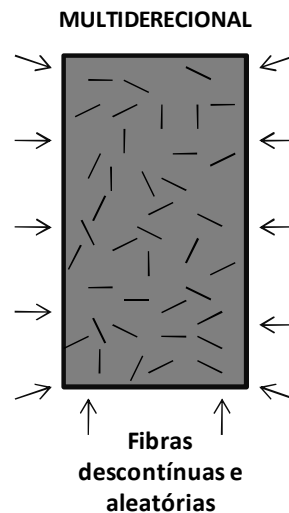


FIGURA 12. DISTRIBUIÇÃO DAS FIBRAS ALEATÓRIAS EM UM COMPÓSITO E APLICAÇÃO DE TENSÃO
Fonte: Adaptado pela autora de Callister (2008).

Já os compósitos estruturais (3), citados por Callister (2008), podem ser formados ou por lâminas bidimensionais com uma direção específica de melhor resistência ou em painéis em sanduíche (com duas faces (lâminas) externas rígidas separadas por um recheio de material menos denso) onde as faces suportam as maiores tensões.

Ainda sobre a adição de fibras nos compósitos e de acordo com Biron (2007), praticamente todas as propriedades dos compósitos serão influenciadas pela adição das fibras, considerando parâmetros de:

- Natureza da fibra.
- Quantidade de fibra adicionada.
- Tamanho da fibra, que irá determinar o comportamento de adesão entre a fibra e a matriz.
- Homogeneidade na distribuição da fibra na peça acabada.
- Ocorrência de anisotropia, conforme a orientação das fibras, ocasionando em encolhimento diferente em diferentes direções.
- Possível aumento da viscosidade da matriz, tornando o processo mais difícil.

3.1.1.1 Compósitos com fibras vegetais

As fibras naturais são subdivididas conforme sua origem em plantas e animais – orgânicas - ou minerais - inorgânicas. As fibras de origem animal são constituídas de proteínas, como as existentes na seda e nas lãs, já as de origem vegetal têm como principal componente a celulose, assim como hemiceluloses, ligninas, polissacarídeos e ceras.

A ASTM (*American Society for Testing and Materials*) (2016) define a fibra vegetal como um elemento filiforme ou um grupo de fibras de madeira, ou de material celulósico similar resultante da desfibrilização química e ou mecânica, como também os feixes de fibras.

As fibras vegetais podem ser encontradas em madeiras, folhas, sementes, frutos, palhas de cereais entre outros, e a eficiência do seu emprego em compósitos relaciona-se à estrutura da celulose (sua natureza e cristalinidade) e às suas fibrilas alinhadas ao longo do comprimento da fibra, o que fornece maior rigidez e resistência à tração e à flexão aos compósitos (JOHN e THOMAS, 2008).

As fibras vegetais, de acordo com Paiva *et al.*(2002), oferecem vantagens quando comparadas com as fibras inorgânicas, como a baixa densidade, alta deformabilidade, baixa abrasividade nos moldes e equipamentos de preparo com menor custo de manutenção e de processamento. Além disso, as fibras vegetais são abundantes e têm origem nos recursos renováveis sendo biodegradáveis, e o incentivo ao seu uso possibilita a geração de empregos em áreas rurais e de floresta (MATTOSO *et al.*, 1996).

As desvantagens das fibras vegetais estariam na natureza hidrofílica³ dos lignocelulósicos, que nas matrizes termoplásticas ocasiona na distribuição não uniforme da fibra na matriz, na temperatura de processamento que não deve ultrapassar os 200°C e a alta umidade das fibras que leva ao inchaço, à baixa resistência microbiana e a ser suscetível ao apodrecimento (PAIVA *et al.* 2002).

De acordo com Martins (2003), as fibras naturais têm sido frequentemente utilizadas junto a matrizes termofixas como a ureia, o fenol ou melamina formaldeído.

O uso de lignocelulósicos com polímeros termoplásticos aparece em processos recentes e associado aos vinis, ao polipropileno, poliestireno e polietileno de alto e baixa densidade (YOUNGQUIST, 1999).

A aplicação bem-sucedida das fibras vegetais necessita da preparação ou modificação físico-químicas que possibilitem, entre outras, a homogeneização de suas propriedades, a boa relação entre

³ O caráter hidrofílico da madeira envolve a sua capacidade de absorção de umidade. Na produção de compósitos plástico-madeira ela resulta no enfraquecimento da adesão entre a madeira hidrofílica e o polímero hidrofóbico, causando problemas de dispersão com áreas aglomeradas em sua estrutura, mas que podem ser solucionados com uso de aditivos e compatibilizantes (CANTERO *et al.*, 2003).

a fibra e a matriz e o uso de retardadores de chamas. (BLEDZKI e GASSAN, 1999; JOHN e THOMAS, 2008).

Para o processamento dos polímeros os materiais considerados secos apresentam 0,1% de umidade, porém, a madeira definida como seca possui 8% de umidade. Nos processos industriais com polímeros, teores de 1 % a 2% de umidade já são considerados altos (CLEMONS, 2002).

Níveis de 0,5% - por exemplo nos pós de madeira – podem gerar bolhas de ar no compósito quando extrudado, precisando que seus fabricantes determinem o teor de umidade máximo para o processamento, podendo variar de 6% a 20%, dependendo da técnica empregada (YAMAJI, 2004).

De acordo com Youngquist (1999), os pós de madeira são produtos provenientes de processos pós-industriais - como aparas e serragem - e são usados como material de enchimento em polímeros termoplásticos.

As partículas e fibras se apresentam mais difíceis de processar se comparadas ao pó de madeira, porém, oferecem propriedades superiores aos compósitos, agindo mais como um material de reforço do que propriamente um enchimento. As fibras e partículas podem ser provenientes tanto de material 'virgem' como de reciclados.

A diferença na geometria entre pó, partículas e fibras de madeira é apresentada na Figura 13.



1. Serragem e pó-de-lixia utilizados em compósitos plástico-madeira.



2. Partículas de madeira utilizadas para a produção de painéis de partículas.



3. Fibras de madeira utilizados para painéis de fibra.

FIGURA 13. DIFERENÇA ENTRE O TAMANHO E A GEOMETRIA DO PÓ, PARTÍCULAS E FIBRAS DE LIGNOCELULÓSICOS

Fonte: Adaptado pela Autora de 1. Yamaji, (2004) e 2. e 3. Youngquist (1999).

Em relação à temperatura de processamento, salienta-se que a degradação térmica⁴ das fibras vegetais pode resultar em odor e cor indesejáveis, assim como na deterioração de suas propriedades mecânicas (YAMAJI, 2004).

Até 150°C as reações químicas podem ser consideradas insignificantes - apenas com liberação de vapor d'água - entre 175°C e 200°C ocorre a formação de gases e o escurecimento da madeira, porém, acima desta temperatura acontece a produção de voláteis que resultam na porosidade do material compósito, com baixa densidade e propriedades mecânicas inferiores (SAHEB e JOG, KOLLMANN e COTÊ apud YAMAJI, 2004).

O emprego de fibras de origem lignocelulósicas como reforço em compósitos vem sendo utilizado por setores industriais, possibilitando a obtenção de materiais com adequado desempenho mecânico e térmico (MARTINS, 2003).

As fibras naturais de origem vegetal têm também se apresentado compatíveis aos métodos tradicionais de processamento, porém ainda com pouco desenvolvimento industrial de técnicas específicas às suas propriedades, como mostrado em Yamaji (2004), onde no estudo dos processamentos de compósitos plástico-madeira⁵, é indicada a adequação e ajustes em extrusoras para os fins industriais.

3.1.1.2 Geometria das partículas

Para as espécies vegetais madeiráveis, no estudo de suas aplicações, existe a compreensão de que a variedade entre as espécies, entre os indivíduos (árvores) da mesma espécie e entre as partes de uma árvore, fornecerá um conjunto de materiais com diferentes propriedades, portanto, qualquer mudança nas propriedades de uma madeira (sólida) estaria em seu nível celular (YOUNGQUIST, 1999).

Na utilização de materiais de madeira reconstituída, a mudança das propriedades pode ser estudada por suas fibras, partículas e lascas (*flakes*) que compõem o material, sendo que suas propriedades podem ser modificadas pela reorganização e combinação destes elementos (YOUNGQUIST, 1999).

De acordo com Berglund e Rowell (2005), à medida que o tamanho de uma madeira torna-se menor é possível remover seus defeitos (por ex. nós e rachaduras) ou redistribuí-los, a fim de reduzir

⁴ A madeira pode ser considerada um combustível sólido, com um processo de degradação térmica que apresenta liberação de diversos componentes na elevação de sua temperatura. Entre 280°C e 500°C ela libera grande quantidade de gases combustíveis que alimentam a combustão com a presença de chamas (REMADE, 2011).

⁵ O termo compósito-madeira (*wood-plastic composites – WPC*) faz referência aos compósitos que contenham madeira - independente da sua forma - juntamente a uma resina termofixa ou termoplástica, sendo esta a mais frequentemente encontrada (CLEMONS, 2002). Seu maior emprego em termos de mercado de termoplásticos celulósicos é para a construção civil, na conjugação com as resinas tipo polietileno, polipropileno e PVC (CORREA *et al*, 2003).

seus efeitos sobre o compósito, de forma que quando estes elementos tornam-se menores obtém-se um material mais consistente, uniforme, contínuo, previsível e reprodutível.

Para Marra (1992) os elementos da madeira se definirão conforme seu tipo e tamanho da partícula - ou fibra - e sua homogeneidade em termos de granulometria.

Os materiais compósitos apresentarão características e propriedades diferentes em função do comprimento, da largura e da espessura dos elementos de madeira, diferenciando também a nomenclatura dada ao produto final, conforme é visto na Tabela 2.

TABELA 2. DIMENSAO DOS ELEMENTOS DE MADEIRA

ELEMENTO	COMPRIMENTO (mm)	LARGURA (mm)	ESPESSURA (mm)	PRODUTO
Wafer	25,4-76	25-76	0,63-1,3	<i>Waferboard</i>
Lascas (Flake)	13-76	13-76	0,25-0,63	<i>Flakeboard</i>
Strands	13-102	6,35-25,4	0,25-0,63	<i>OSB</i>
Slivers	6,3-76,2	0,12-0,63	0,12-0,63	<i>Silverboard</i>
Partículas	1,27-12,7	0,12-1,27	0,12-1,27	Aglomerado
Fibras	1,27-25,4	0,12-0,58	0,63-1,93	Chapas de Fibras
Celulose/Lignina	<i>Dimensões Moleculares</i>			Plásticos/Filmes

Fonte: Adaptado pela Autora de Marra (1992).

A classificação apresentada por Marra (1992) trata das partículas destinadas a painéis de madeira, mas que pode ser considerada na aplicação em produtos moldados.

As partículas são definidas como os elementos agregados nos produtos particulados fabricados mecanicamente a partir da madeira ou de outros materiais lignocelulósicos, incluindo todas as pequenas subdivisões da madeira, como *chips*, flocos, serragens, lascas a farinha e a lã de madeira (ASTM, 2016).

Conforme Parchen (2012) existem relações métricas⁶ das partículas que exercem forte influência nas características física e mecânica dos produtos finais, considerando que "*a área superficial específica das partículas e a disponibilidade de resina por unidade de área de partícula, se alteram conforme as diferentes dimensões de partículas*", e na diminuição dos valores desta relação a aplicação da quantidade de ligante é maior.

Outras propriedades que se dão em função da geometria das partículas são:

- O acabamento da superfície do produto final dependerá da geometria e do material de que ela provém.
- Os processos de fabricação do compósito são diretamente dependentes do tratamento das partículas e de suas características de origem.

⁶ Aqui se faz referência a razão de esbeltez, que é a razão entre o comprimento e a espessura da partícula e a planicidade, que é a razão entre seu comprimento e sua largura. A razão de esbeltez recomendada situa-se entre 120 e 200 (para madeira de média e baixa densidade, como o *Pinus*) (PARCHEN, 2012).

- A trabalhabilidade do elemento compósito está diretamente relacionada à geometria de seus componentes.

Ainda, segundo Matoski (2005), o tamanho pequeno de partículas pode levar a uma possível redução da densidade e consequente redução da resistência. Porém, partículas pequenas e flexíveis geram superfícies melhores e a flexibilidade de uma partícula determina o grau de contato entre elas (MOSLEMI apud HASELEIN *et al.*, 2002).

Conforme Parchen (2012), a geometria das partículas é um fator importante na geração de compósitos de fibra vegetal e os custos de produção estão relacionados aos processos de redução da fibra vegetal em partículas e às características físicas e mecânicas do produto desejado. Ressalta-se que no exemplo dos painéis particulados, não é possível sua fabricação sem o estudo da geometria das partículas (MALONEY apud PARCHEN, 2012).

Sobre os processos de preparação das partículas, Iwakiri (2005) e Razera (2006) mencionam as seguintes etapas:

- **Geração de Partículas:** definição dos elementos dimensionais da partícula e que irá influenciar nas propriedades mecânicas e dimensionais, nas características de acabamento das superfícies e bordas e na usinabilidade. O tamanho da partícula deve ser definido de acordo com o produto final desejado e em conformidade com as propriedades que o produto precisará apresentar. Os equipamentos normalmente utilizados neste processo são os picadores de tambor, de disco, de anel e de martelo e os moinhos de martelo e de disco. Os materiais utilizados para a obtenção de partículas provêm de variadas fontes, porém, para os fins industriais que necessitam de um grande volume de madeira, as toras de florestas plantadas são a grande fonte de matéria-prima.
- **Secagem das Partículas:** a secagem é uma etapa importante do processo, já que teores de umidade fora dos especificados podem gerar danos nos produtos finais. Partículas com alto teor de umidade inicial podem gerar formação de bolhas durante os processos de conformação, já as com baixo teor apresentam risco de combustão e incêndio. As partículas devem estar secas em teores de umidade entre 2% e 7%. A secagem pode ocorrer em secadores de câmara convencional ou do tipo tambor rotativo.
- **Classificação das Partículas:** nesta etapa ocorre a remoção das impurezas e 'finos' (pó) e a classificação das dimensões aceitáveis para os processos. Partículas menores melhoram o acabamento superficial do produto, mas exigem maior uso de adesivos, enquanto as maiores podem se apresentar menos homogêneas, comprometendo a qualidade final. A classificação comumente é feita por peneiras vibratórias.

3.1.1.3 Adesivos

Adesivo é uma substância capaz de manter unidas as superfícies dos materiais e o substrato, ou aderente, é o termo dado ao material que se une a outro por um adesivo, sendo a adesão o estado pela qual as duas superfícies são mantidas unidas através de forças interfaciais (ASTM, 2016).

Conforme Vick (1999) o processo de adesão ocorre com a diferença de viscosidade da resina e se conclui após sua transição do estado líquido para o sólido. Nas resinas termoplásticas esta transição ocorre pela mudança física, através da evaporação do solvente ou pelo resfriamento da resina. Nas termofixas a mudança é física e química, e se dá através de processo de polimerização que a torna resistente ao amolecimento no fim do processo (após a cura).

De forma geral, os adesivos e as resinas são as matérias-primas mais importantes na produção de compósitos de madeira e ocupam o maior custo na produção. Seu emprego também está condicionado aos requisitos ambientais relativos ao ciclo de vida do produto fabricado, já que irão incidir no tratamento das águas residuais, na emissão de produtos químicos voláteis durante o processo e na viabilidade e eficiência da reciclagem do material composto (DUNKY e PIZZI, 2002).

De acordo com Iwakiri (2005), a classificação dos adesivos utilizados para a colagem de madeira pode ser visualizada no Quadro 1:

QUADRO 1. TIPOS DE ADESIVOS PARA COLAGEM DE MADEIRA

ORIGEM DO ADESIVO	TIPOS DE ADESIVOS
<i>Adesivos naturais</i>	Derivados protéicos de origem animal e vegetal (soja); Derivados de amido; Éter celulósico; Borracha natural.
<i>Adesivos sintéticos termoplásticos</i>	Polivinil/acetato e Polivinil/acrilato; Polietileno; Polistírol; Borracha sintética.
<i>Adesivos sintéticos termofixos</i>	Uréia-, melamina-, fenol-, resorcina-, e tanino-formaldeído; Licor sulfito; Isocianato.

Fonte: Adaptado pela Autora de Iwakiri (2005).

Para Youngquist (1999) e Iwakiri (2005) as resinas com maior emprego industrial em produtos de madeira são:

- *Hot-melt*: adesivo sólido fundido a alta temperatura e isento de solventes, portanto sua adesão não envolve mudança química. Seu emprego na indústria ocorre principalmente nos compensados sarrafeados.

- Acetato de polivinila (PVAc): resina a base d'água que apresenta facilidade e segurança no manuseio, inodora, não inflamável com baixo custo e secagem rápida. Pode ser comercializada em solução aquosa ou *crosslinked*. Sua cura ocorre em temperatura ambiente e com baixo custo na produção, sendo utilizada na colagem de lâminas de painéis e na junção de componentes em marcenarias e carpintarias. Apresenta baixa resistência à umidade e é indicada para aplicação em interiores, porém com formulações específicas para empregos que exijam de maior resistência térmica e à água. Pode ser submetida à prensagem a quente e a frio.
- Uréia-formaldeído (UF): resina amplamente empregada para fins industriais em madeira sólida, laminados e particulados. Apresenta baixo custo na produção, e classifica-se como de uso interno. Apresenta-se como uma solução aquosa em coloração branca leitosa propícia para uso em produtos decorativos. Com cura pela redução de seu pH por meio de catalisadores ácidos em temperaturas entre 90°C e 120°C, também pode ser formulada para apresentar processo de cura em temperatura ambiente.
- Fenol-formaldeído (FF): resina de alta resistência a umidade com bom emprego em exteriores. Possui coloração marrom avermelhada que pode interferir nos produtos de uso decorativo. Possui maiores tempos de prensagem e temperaturas na faixa entre 130°C e 150°C. Seu custo é considerado alto e seu emprego destina-se à produção de compensados a prova d'água, painéis de fibra dura e painéis aglomerados estruturais.
- Melamina-formaldeído (MF): a resina pode ser classificada como de uso intermediário entre a ureia e a fenol-formaldeído. Apresenta coloração branca leitosa e é muito empregada em laminados decorativos. Com temperaturas de cura entre 65°C e 130°C, não demanda o uso de catalisador. Apresenta maior resistência a umidade, se comparada com a resina UF, e processo de cura mais rápido que a resina FF, também sendo mais cara que estas. A resina MF pode ser misturada como 'fortificante' em resinas UF e está disponível no mercado com a denominação melamina-uréia-formaldeído (MUF).

Para Vick (1999), a seleção do adesivo para a colagem em madeiras deve considerar primeiramente quais são as mais compatíveis com as propriedades do aderente, assim como o desempenho do produto a ser colado e a aparência da resina, em termos de cor.

Segundo Iwakiri (2005) existem quatro principais variáveis na relação entre os adesivos e a fibra ou partículas que influenciam no resultado final do produto, são estas:

a) a correta formulação e quantidade de adesivo a ser aplicada, em função da espécie e da área superficial específica das partículas;

b) os parâmetros do ciclo de prensagem, como a temperatura, a pressão e o tempo do processo de prensagem;

c). a homogeneidade da mistura e de sua distribuição, envolvendo toda a superfície da partícula, assegurando a uniformidade das propriedades em todo o produto e;

d). o controle da quantidade de adesivo, que varia entre 6% a 12% em relação ao peso seco das partículas.

Demais fatores referem-se aos custos dos equipamentos de aplicação da resina e o custo dos equipamentos de prensagem que determinam o tempo e temperatura de cura do adesivo.

Dada à consistência dos adesivos, é necessário o uso de equipamentos específicos e o controle de sua viscosidade durante o processo. A dispersão do adesivo deve ocorrer em conformidade com o tamanho total do processo, sendo utilizados rolos, pulverizadores (*sprays*) e aplicação por atomização (VICK, 1999).

De acordo com Dunky e Pizzi (2002), a alta viscosidade da mistura pode levar a linhas de cola muito espessas, que inibem as forças de ligação entre o adesivo e o aderente; já há baixa viscosidade pode dificultar a penetração do adesivo na madeira, ou, ainda, apresentar superfícies sem cola, que também ocasionará forças de ligação muito baixas.

John e Thomas (2008) indicam que a seleção das resinas para os compósitos de fibras e partículas vegetais envolve tanto as resinas termofixas derivadas de petróleo como as termoplásticas e as resinas provenientes de fonte renováveis e biodegradáveis. Exemplos são a PLA e PHA⁷ que, combinadas com fibras naturais, dão origem aos *green-composites* ou biocompósitos.

Os recursos renováveis mais conhecidos para a produção dos polímeros biodegradáveis são o amido e a celulose, sendo que o primeiro se apresenta como o mais barato disponível no mercado. Outros polímeros biodegradáveis desenvolvidos para empregos industriais são os originados nos óleos vegetais, como a soja, o amendoim, o girassol e a mamona (JOHN e THOMAS, 2008).

A resina poliuretana elaborada a partir do óleo de mamona tem como característica ser isenta de solventes, materiais voláteis e metais pesados, portanto, atóxica (OLIVEIRA, 2011), porém apresenta componentes para a polimerização à base de petróleo, necessitando de estudos mais aprofundados sobre sua biodegradação.

O óleo de mamona é obtido a partir da semente da planta (*Ricinus communis*) e as espumas poliuretanas, de forma geral, possuem uma extensa variedade de aplicações para o mercado, podendo

⁷ O poli-hidroxialcanoatos (PHA) podem ser sintetizados a partir de matérias-primas renováveis agroindustriais como o açúcar e o bagaço de cana (SILVA *et al*, 2007). O ácido polilático (PLA) é amplamente empregado na indústria farmacêutica e médica por suas propriedades biocompatíveis, podendo também ser obtido a partir do açúcar presente na cana.

ser flexíveis (colchões, estofamentos e assentos), semi-rígidos (indústria automobilística) e rígidos (isolamento térmico para geladeiras e caminhões frigoríficos) (CANGEMI, 2006).

Segundo Biron (2007), na formulação de compósitos com fibras, a seleção da resina deve ser compatível com as condições ambientais de produção. A escolha por uma resina termoplástica considera que esta não apresenta processos de cura, pode ser soldada e é mais fácil de reciclar, enquanto que as resinas termofixas estão mais estabelecidas e amplamente utilizadas em produtos, precisam ser curadas, porém são mais fáceis de se processar por determinados métodos.

Thakur e Thakur (2014) argumentam que a escolha pela resina termofixa envolve as vantagens de:

- A resina também se apresentar na forma líquida, facilitando o processamento e a mistura com as fibras.
- Menor temperatura de processamento, se comparadas com as termoplásticas.
- Apresentar sistemas produtivos de baixo custo ou a possibilidade de *self-made*.
- Requerimentos de prensagem também serem menores.
- Grandes quantidades de fibra podem ser adicionadas em resinas termofixas na geração de compósitos.

3.1.1.4 Aditivos químicos

Aditivos são componentes químicos adicionados intencionalmente na formulação dos compósitos a fim de melhorar ou modificar uma ou mais propriedades das matérias-primas. Normalmente são materiais de enchimento ou de carga, corantes, estabilizantes e retardadores de chamas (CALLISTER, 2008).

De acordo com Yamaji (2004), no caso dos produtos com plástico-madeira, em que a fibra vegetal se apresenta como um pó fino e os adesivos são, em grande parte das vezes, resinas termoplásticas, as adições empregadas envolvem agentes compatibilizantes, dispersantes, lubrificantes, pigmentos, inseticidas e fungicidas.

Para os compósitos que utilizam partículas de madeira e adesivos termofixos, um dos principais aditivos empregados é a parafina – ou cera – que tendem a diminuir a absorção de água pelas partículas, protegendo sua superfície na aplicação do adesivo. As emulsões de parafina também melhoram a estabilidade dimensional aos painéis (YOUNGQUIST, 1999; IWAKIRI, 2005).

Outro importante aditivo para estes produtos é o catalisador, responsável por aumentar a velocidade de polimerização e cura das resinas. Comumente são utilizados o cloreto de amônia e sulfato de amônia para as resinas UF (IWAKIRI, 2005).

3.2 PRODUTOS MOLDADOS COM FIBRA E PARTÍCULA VEGETAL

Nesta seção e nas subseções que a acompanham, discorre-se sobre as características pertinentes aos produtos moldados com material compósito formado por resina e fibras vegetais. Especifica-se os processos de conformação mais utilizados para moldagem deste material, maquinários e critérios para o projeto de desenho do molde, e como estes fatores incidem na aparência superficial e forma dos produtos.

A madeira é um material que, no percurso histórico de seu emprego, apresentou-se de forma sólida através de troncos, peças serradas (chapas, vigas, entre outros), usinadas e lâminas. Porém, com a exploração das grandes florestas houve a diminuição acentuada da disponibilidade de árvores com maiores diâmetros e o decorrente aumento do custo de produção e preço para os produtos, fazendo com que a indústria madeireira começasse a destinar suas estratégias para a substituição de grandes árvores por aquelas de crescimento rápido e que possibilitam sua aplicação em produtos reconstituídos de madeira (BERGLUND e ROWELL, 2005).

Diminuir o diâmetro da madeira conduz ao estudo de suas propriedades ao nível do menor elemento gerado, como as farinhas, as fibras, as lascas e as partículas de madeira. A redução das toras e a geração de elementos menores incidem na natureza dos processos industriais, assim como nas características dos produtos que, de acordo com Marra (1992):

- Terão mais facilidade para se obter formas sinuosas.
- Apresentarão decréscimo da relação resistência/peso.
- Apresentarão decréscimo de requisitos quanto à qualidade da matéria-prima, já que o estudo das propriedades se dará em material homogêneo.

Segundo Razera (2006), os produtos feitos de madeira reconstituída podem variar entre grandes a pequenas dimensões, com superfícies lisas e homogeneidade de propriedades. O autor coloca que, em termos de mercado, é possível encontrar esses produtos em forma de chapas e painéis, como o OSB, os aglomerados e as chapas de fibra com emprego na construção civil e em produtos, conforme indicado na Figura 14:

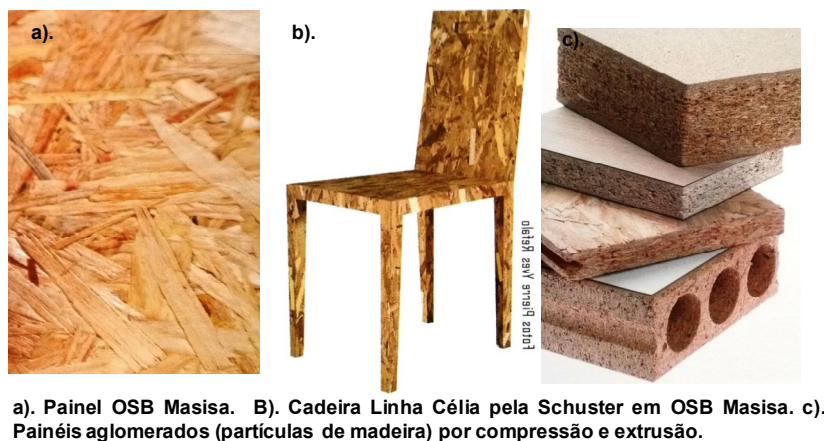


FIGURA 14. PRODUTOS FEITOS COM PARTÍCULAS DE MADEIRA RECONSTITUÍDA
Fonte: Adaptado pela Autora de a). e b). Arc Design (2003); c) Kula e Ternaux (2009).

Razera (2006) expõe que os processos de conformação para os produtos reconstituídos de madeira podem utilizar tanto alta como baixa temperatura, pressão aplicada através de moldes metálicos e misturas com resinas termofixas e termoplásticas junto às fibras vegetais, permitindo a obtenção de peças complexas, furos e rebaiços gerados diretamente na moldagem do material e com capacidade de apresentar resistência mecânica.

Observa-se no exemplo da Figura 15, a obtenção de reprodução de formas e de rebaiços com detalhamento superficial nos produtos moldados de madeira reconstituída.



FIGURA 15. FORMAS, REBAIXOS E DETALHES NO PRODUTO DE MADEIRA RECONSTITUÍDA
Fonte: Acervo disponibilizado à Autora e exercícios desenvolvidos em disciplina do PPGDesign – UFPR (2015).

O compósito plástico-madeira também se classifica como um produto feito a partir de madeira reconstituída. Para Clemons (2002), o termo compósito plástico-madeira aborda qualquer compósito que contenha madeira como carga (em qualquer forma) unida a uma resina termofixa ou termoplástica, sendo para este tipo de produto a mais empregada.

Devido a sua propriedade de baixa absorção de água, o plástico-madeira normalmente destina-se a produtos estruturais para ambientes externos como *decks* e cercas, mas o material também é encontrado em produtos decorativos e objetos para linha mesa e banho (Figura 16).



Sousplat, prato, travessa e saboneteira da linha Coza Bios, produzidos com polímero e fibras vegetais.

FIGURA 16. OBJETOS DE COZINHA E BANHO FEITOS COM PLÁSTICO-MADEIRA

Fonte: Arc Design (2006) e Sítio Eletrônico Brinox (2016). (<http://www.brinox.com.br/>).

Os resíduos do processamento industrial madeireiro (serragens, pós de lixa, entre outros) e do beneficiamento agrícola, assim como novos materiais com fibras vegetais, vêm sendo utilizados como matéria-prima para novos materiais e produtos com plástico-madeira (YAMAJI, 2004).

3.2.1 Processos de moldagem

Para Razera (2006), a escolha do processo de moldagem dependerá da forma, do tamanho, da resistência necessária ao fim proposto e da aparência desejada para o produto.

Os produtos moldados que utilizam pó ou serragem de madeira (plástico-madeira) apresentam misturas que variam entre 50% a 70% deste material com a adição de resinas termoplásticas e são passíveis de conformação por tecnologias que utilizam aquecimento e fusão, como os processos de injeção e extrusão (CLEMONS, 2002).

As vantagens dos produtos moldados que utilizam materiais compostos por fibras e partículas vegetais e resina, quando comparados aos de madeira sólida, estão na resistência aos ataques de fungos, na maior estabilidade dimensional e por não necessitarem de acabamento, já que a forma final e a superfície são consideradas no molde (KULA e TERNAUX, 2009).

Porém, conforme as propriedades e quantidades do material empregado, os produtos podem apresentar menor resistência mecânica e sua aparência ser similar a um material plástico, como pode-se observar na Figura 17.



FIGURA 17. PRODUTOS DE PLÁSTICO-MADEIRA MOLDADOS POR PROCESSOS DE EXTRUSÃO E INJEÇÃO
Fonte: Kula e Ternaux (2009).

3.2.1.1 Extrusão

O processo de extrusão consiste basicamente na pressão exercida por um pistão sobre a mistura (ou pasta), a fim de forçá-la a passar por um molde/matriz – com o desenho da secção – e que ao fim do processo chega-se a um produto final, ou perfil, que pode ser cortado no comprimento desejado (LIMA, 2006).

Segundo Dardene apud Veroneze (2010), a moldagem por extrusão dos compósitos com fibras envolverá, considerando as diferenças entre os maquinários, cinco fases distintas:

- 1) entrada da matéria-prima;
- 2) secagem das fibras de madeira;
- 3) fusão da resina;
- 4) homogeneização da mistura (fibras de madeira e resina polimérica);
- 5) bombeamento da mistura através do cabeçote (saída).

Devido à característica higroscópica da madeira, seu excesso de umidade deve ser retirado durante a mistura com a resina, evitando defeitos como espaços vazios e lacunas nas peças (RAZERA, 2006).

Para Yamaji (2004), os critérios que devem ser considerados no processo de extrusão do plástico-madeira envolvem o controle de temperatura, que deve sempre ser mantida na faixa de 170°C a 185°C (inferior a 200°C), evitando assim a degradação da madeira e liberação de gases e vapores, sendo que a melhor *performance* dos processos pode ocorrer com a utilização de extrusoras com dupla rosca.

O autor argumenta que o uso de máquinas com duplas roscas auxilia na condução de materiais leves (como as fibras), além da compressão natural exercida por elas ajudar a eliminar a umidade existente.

Segundo Biron (2007), em relação aos custos de produção, o processo de extrusão está condicionado ao material utilizado, à área da secção, à complexidade de secção, à tolerância (que diz respeito às variações de espessuras da peça) e à quantidade produzida em um ciclo. Sobre as características projetuais dos produtos estudados, o autor menciona que:

- as espessuras das paredes devem ser na faixa de 3mm a 8mm, procurando evitar espessuras muito largas e variações de espessura nas peças, diminuindo empenamento e deformações;
- deve-se evitar paredes grossas, optando pelo uso de nervuras que diminuem o peso e subsequente custo;
- ângulos e raios muito estreitos atrapalham o fluxo do material, sendo preferível o uso de maiores.

3.2.1.2 Injeção

Lima (2006) descreve a moldagem por injeção como um processo intermitente que se inicia com a deposição das matérias-primas no funil de alimentação e que são posteriormente conduzidas e aquecidas até o molde, de forma a preencher suas cavidades. Após o preenchimento e resfriamento da peça, o molde é aberto para a sua retirada. Dependendo do material utilizado ou da geometria da peça, é necessário o uso de pinos extratores, com a função de empurrar as peças presas ao molde.

Segundo Ashby e Johnson (2011) o processo de injeção permite a produção em grande escala de pequenas peças plásticas, com bom acabamento superficial e criação de detalhes e decorações na superfície da peça.

Quando comparada ao processo de extrusão, a tecnologia da injeção ainda apresenta menor desenvolvimento de técnicas específicas para os compósitos plástico-madeira. Porém, a moldagem

por injeção permite construir formas complexas e tem apresentado grande potencial de mercado para esta categoria de compósito com a produção de peças automotivas, telhas, embalagens e a possibilidade de explorar novos produtos e mercados (MARKARIAN, 2005).

Os pontos básicos citados por Biron (2007) para o projeto de peças injetadas envolvem:

- o encolhimento da peça em relação ao molde após a moldagem;
- os ângulos das peças devem ser projetados para facilitar a desmoldagem;
- a minimização da variação de espessura nas paredes da peça, sendo que para este processo as paredes variam entre 1mm a 4mm (com margem de até 0,3mm a 10mm).

O maquinário e ferramental da tecnologia de injeção são investimentos de capital relativamente altos, portanto sua vantagem produtiva valerá somente para grandes escalas de produção (ASHBY E JOHNSON, 2011).

De acordo com Rowell *et al.* (1997), outros processos passíveis de serem utilizados com lignocelulósicos e resinas (termoplásticas e termofixas) são (Quadro 2):

QUADRO 2. PROCESSOS DE MOLDAGEM DE FIBRAS VEGETAIS E RESINAS

PROCESSOS	CARACTERÍSTICAS
Moldagem com Composto Líquido (Liquid Composite Molding - LCM).	Utiliza de resina termofixa no estado líquido para obtenção de formas complexas. Abrange uma variedade de tecnologia, como por exemplo a RTM.
Moldagem por Transferência de Resina (Resin Transfer Molding - RTM).	Utiliza de molde fechado contendo fibras secas. Um colchão de fibras é colocado na cavidade do molde e do contramolde. A resina é injetada por sistema de pressão de ar através de um ou mais pontos, permanecendo no molde até a cura completa, que ocorre em temperatura ambiente ou por aquecimento do molde.
Moldagem por Injeção com Reação (Reaction Injection Molding - RIM).	O processo envolve a mistura de dois ou mais componentes reativos (geralmente resina termofixa e catalisador) fora da cavidade do molde. A cura também ocorre em molde fechado que já contém as fibras (S-RIM) ou com fibras previamente misturadas às resinas antes da injeção no molde (R-RIM). O processo é indicado para peças grandes.
Pultrusão	Neste processo as fibras se apresentam na forma de fios (longas fibras) que são puxados através da matriz. As fibras, quando puxadas, já encontram-se saturadas com a resina (LEFTERI, 2009).
Moldagem a vácuo	Neste processo as fibras são combinadas com resinas termoplásticas e outros materiais que ajudam na ligação dos elementos. A moldagem a vácuo tem sido utilizada pelas indústrias por apresentar baixo custo e alta resistência.

Fonte: Adaptado pela Autora de Rowell *et al.* (1997).

3.2.1.3 Compressão

A moldagem por compressão consiste em um processo em que determinada quantidade de resina – parcialmente polimerizada – é colocada de forma manual em um molde pré-aquecido (Figura 19). A polimerização total, ou *crosslinking*, ocorre no molde, sob a presença de pressão e calor.

O processo de compressão em moldes bipartidos tende sempre a gerar rebarbas nas bordas, necessitando de beneficiamento pós-moldagem.

Peças que utilizam fibras e partículas longas podem ser conformadas por este processo, já que a mistura é colocada diretamente no molde e não forçada através de canais (LESKO, 2004).

A compressão é um método antigo de moldagem e foi o principal processo utilizado durante a primeira metade do século XX, devido ao amplo desenvolvimento das resinas fenólicas. Hoje o processo aceita o emprego de outros polímeros, como as resinas termoplásticas e elastômeros (ROSATO, ROSATO e ROSATO, 2004).

A moldagem por compressão é limitada às formas simples, planas, maciças e ocas. Apresenta bom acabamento de superfície (com espessuras mínimas de 1,5mm a 25mm) e não demanda grande custo de equipamentos e ferramental, porém, as rebarbas pós-moldagem necessitam de acabamento e são de difícil reciclagem quando utilizadas resinas termofixas (ASHBY e JOHNSON, 2011).

As vantagens deste processo estão no ferramental de relativo baixo custo e a simplicidade dos moldes, como também no pouco desperdício de material antes da conformação (por não possuírem “corredores” de mistura e fundição como as injetoras e extrusoras). Na adição de reforços, os produtos moldados por compressão tornam-se mais resistentes a quebras e danos (ASHBY e JOHNSON, 2011).

Produtos plásticos para cozinha, como copos e tigelas, são geralmente feitos por compressão, assim como carcaças de materiais elétricos, interruptores e puxadores (LEFTERI, 2009).

A Figura 18 apresenta exemplos de produtos biocompósitos moldados pelo processo de compressão.



FIGURA 18. PRODUTOS MOLDADOS POR PROCESSO DE COMPRESSÃO
Fonte: Shamsuri (2015).

Segundo Biron (2007), a moldagem por compressão é adequada para peças pequenas e médias, mas deve-se levar em consideração que:

- peças espessas podem apresentar diferença de cura em suas partes, devido à baixa condutividade térmica das resinas;
- o processo libera gases que podem gerar vazios na peça ou tensões internas;
- os custos de produção, molde e prensagem são relativamente baratos, mas os custos relativos à mão-de-obra podem ser elevados.

Outros fatores a serem considerados na moldagem por compressão, segundo Gardner apud Veroneze (2010), dizem respeito a:

- geometria do molde;
- direção da pressão exercida no molde, que pode ser unidirecional ou multidirecional;
- velocidade de fechamento da prensa;
- pressão específica exercida (em kgf/cm^2);
- tempo de aquecimento, de cura e de desmoldagem.

Na produção dos painéis de madeira reconstituída e que utiliza do processo de moldagem por compressão, após a etapa de geração e tratamento das partículas e da aplicação do adesivo ocorre a formação (deposição das partículas com o adesivo) e a prensagem do “colchão” (IWAKIRI, 2005).

Estes processos serão descritos a seguir.

a) Formação do “colchão” (deposição das partículas com o adesivo)

Processo em que deverá ocorrer a uniformidade na distribuição das partículas, assegurando propriedades homogêneas sobre todo o produto. A densidade e a espessura desejadas dependerão da altura do ‘colchão’, considerando que quanto maior a densidade e espessura do produto final e menor densidade da madeira, maior será a quantidade de material e altura do ‘colchão’.

b) Prensagem do “colchão”

A aplicação da pressão (para painéis particulados de 12 a 40kgf/cm^2) tem a função de densificar e consolidar o material até atingir a espessura final, considerando que quanto maior a área de contato entre as partículas e densidade final do produto, maior será a pressão requerida.

A temperatura de prensagem tem a função de polimerizar a cura da resina. A transferência de calor devido à espessura do produto propicia a evaporação da umidade das camadas superficiais e a penetração do vapor nas camadas mais internas (e que possuem temperatura mais baixa). Nas

camadas internas, o vapor é condensado e o calor é transferido. Este processo é contínuo até que a temperatura das partes internas atinja os níveis requeridos para a cura. A temperatura de prensagem se dá conforme a temperatura de cura da resina, porém, quanto maior a temperatura da prensa, menor será o tempo de prensagem para a produção dos painéis reconstituídos.

Segundo Razera (2006), no caso dos produtos moldados de madeira é necessário manter a temperatura uniforme em toda a extensão do molde, o que assegura a correta cura do adesivo. A umidade do material pode resfriar as paredes do molde previamente aquecido, ocasionando demora na cura e ampliando o tempo de prensagem.

O tempo de prensagem deve ser o suficiente para que o miolo do material atinja a temperatura de cura e libere a umidade na forma de vapor, considerando que, quanto maior a espessura, maior será o tempo de prensagem. O mesmo critério vale para o nível de umidade do colchão. Genericamente o tempo de prensagem pode ser considerado em torno de 6 a 12 segundos por mm de espessura desejada para o material prensado (IWAKIRI, 2005).

No processo de compressão a frio, segundo Youngquist (1993), são utilizados adesivos como o PVAc e o UF a frio, onde este apresenta cura na presença de catalisadores ácidos. Razera e Santos (2008), na elaboração de quase-experimento utilizando diferentes fibras lignocelulósicas e resina PVAc, constataram que os tempos de prensagem, quantidade de resina, tamanho da partícula e matéria-prima do molde interferem na qualidade do produto moldado obtido pelo processo de compressão a frio.

Razera e Santos (2008) argumentam que a geração de produtos com o uso de fibras vegetais combinadas com moldes de baixo custo (como exemplo, os de cimento e areia) e por processo de compressão a frio mostra-se uma opção economicamente viável para comunidades locais quanto à geração de emprego e renda.

3.2.2 Moldes para compressão

Os moldes para o processo de compressão são usualmente feitos a partir de um metal, sendo constituídos pela cavidade do molde (molde negativo – fêmea) formada dentro do corpo do molde. A cavidade do molde corresponde à forma geométrica do produto desejado (SORS, BARDÓCZ e RADNÓTI, s/a) (Figura 19).

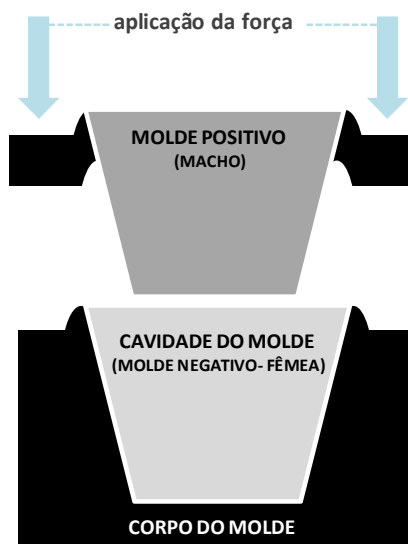


FIGURA 19. PARTES DO QUE COMPÕE O MOLDE PARA COMPRESSÃO DE PEÇAS OCAS COM APLICAÇÃO UNIDIRECIONAL DA PRESSÃO

Fonte: A Autora.

O material é depositado na cavidade do molde e comprimido pela punção até o menor volume possível, e qualquer variação em relação ao peso da carga de pressão (unidirecional) pode resultar em variações de espessura e densidade na peça final. Moldes com múltiplas cavidades tendem a resultar em diferença de densidade entre as partes da peça, necessitando serem avaliados no projeto da peça e do molde (ROSATO, ROSATO e ROSATO, 2004).

Para os autores, no uso de processos com aquecimento deve-se assegurar que ocorra a quantidade de calor necessária para a cura, assim como a uniformidade de calor, portanto, do aquecimento das partes inferior e superior do molde.

O processo de compressão a quente emite gases durante a polimerização e cura da resina, o que implica que o molde apresente área de escape através e aberturas laterais ou perfurações estrategicamente estabelecidas (RAZERA, 2006).

A importância de se assegurar a retirada do produto curado leva em conta que sua rápida remoção do molde interfere no aumento da produção e que os produtos resfriam rapidamente com o molde aberto, ocasionando possíveis contrações que levam à rachadura durante a remoção.

A qualidade da superfície do molde também interfere na desmoldagem, sendo indicado o tratamento ou considerações projetuais na elaboração do molde que especifiquem paredes superficiais sem ranhuras (SORS, BARDÓCZ e RADNÓTI, s/a).

Segundo Razera (2006) os ângulos de desmoldagem e saída da peça também devem ser projetados para facilitar a remoção do interior do molde, considerando que a qualidade do produto moldado depende da redução ou eliminação dos problemas associados à desmoldagem.

Aconselha-se que os ângulos de saída da peça sejam superiores a 2º, evitando laterais de peças com 90º, optando-se por ângulos abertos. Também se salienta que cantos vivos dificilmente serão obtidos pelo processo, sendo preferencial a utilização de cantos arredondados (LIMA, 2006).

3.3 DESIGN E MATERIAIS

Esta seção discorre sobre as relações entre o design de produto e os materiais, indicando seus fatores e atributos e que necessitam ser considerados nas fases de desenvolvimento do projeto.

Juntos, materiais e design constituem a combinação entre criatividade e técnica (ASHBY e JOHNSON, 2011). O material e o processo são os meios de conferir a aparência tangível de um objeto e que possibilitam a sua fisiologia (ASHBY e JOHNSON, 2003).

Portanto, aos materiais cabe:

- proporcionar a funcionalidade técnica e;
- criar personalidade para o produto.

Para Calegari e Oliveira (2014), os materiais desempenham diferentes papéis na concepção de um projeto, interferindo nas funções de uso, na durabilidade, nos custos e no cumprimento dos requisitos, sendo fundamental na concretizando das ideias e conceitos em produtos.

Ashby e Johnson (2011) chamam estes critérios internos (e externos) do desenvolvimento de produtos de "*forças*" onde os materiais, suas características, propriedades e processos se apresentam fundamentais para transformar idéias de projeto em produtos concretos. Para os autores, é também por meio destas "*forças*" que ocorre o acesso à inovação e a possibilidade de diferenciação em termos de oferta para o mercado.

Doordan (2003) considera que exista um deslocamento de domínios entre o desenvolvimento, aplicação e uso dos materiais, de forma que novos usos exigirão de novas técnicas de fabricação que possibilitarão novas aplicações para os materiais e assim em diante.

Este processo de retroalimentação na mudança de domínio da percepção popular (usuários) para a prática profissional (e de estudo) do design exigirá de conhecimento sobre os materiais e processos e de tarefas complexas na tomada de decisão projetual em virtude do aspecto

interdisciplinar do design, contudo, *“os materiais podem servir como uma lente para focar insights derivados de diferentes disciplinas e metodologias”* (DOORDAN, 2003) (Figura 20).

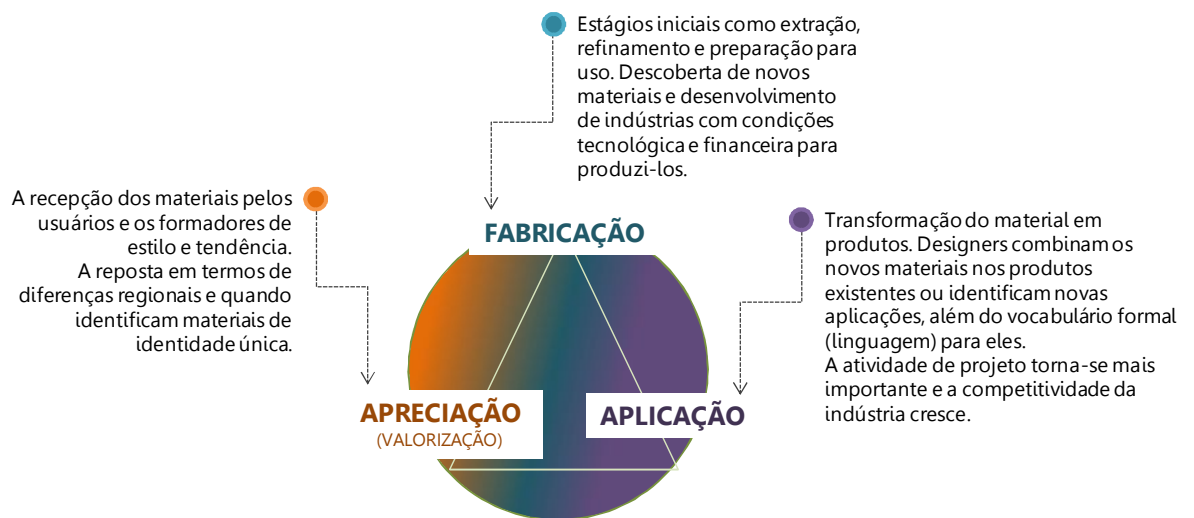


FIGURA 20. TRÍADE FABRICAÇÃO, APLICAÇÃO E APRECIÇÃO DOS MATERIAIS
Fonte: Adaptado pela Autora de Doordan (2003)

Damazio (2006) coloca que o projeto é um processo pelo qual se busca solucionar um problema, mas se o processo já se inicia com a delimitação do produto, o problema deixa de existir, desalinhando o processo projetual.

A autora no texto aborda as circunstâncias que fazem parte do projeto de final de curso (trabalho de conclusão de curso), porém faz a comparação com situação real da prática do design, concluindo que nas etapas iniciais do processo projetual, opta-se por adotar a *“definição da situação de projeto”*, evitando assim *“negligenciar possíveis soluções inéditas”* (DAMAZIO, 2006).

Em termos de materiais, e buscando relatar a abrangência deste como *“força”* na definição da situação de projeto, toma-se a classificação proposta por Dias (2009) dos fatores objetivos e subjetivos dos materiais (Figura 21):

FATORES OBJETIVOS		FATORES SUBJETIVOS
Perfil de propriedades: químicas, físicas e mecânicas.	Perfil de uso: desgaste, corrosão, oxidação.	Características do estado emocional.
Perfil de fabricação e processamento: dimensões, tolerância, peso, número de unidades, variáveis de operação.	Mercado: disponibilidade e preço.	Características percebidas, valores percebidos.
	Fatores ambientais: vida útil, disponibilidade, normas.	Fatores estéticos e simbólicos.
		Características culturais.

FIGURA 21. FATORES OBJETIVOS E SUBJETIVOS DOS MATERIAIS
Fonte: Adaptado pela Autora de Dias (2009).

Os fatores objetivos se referem àqueles possíveis de serem quantificados e menos influenciados pelos critérios de julgamento, sentimentos e opiniões pessoais. Diferentemente dos fatores subjetivos, que envolvem os significados atribuídos aos materiais, de acordo com critérios pessoais e que exigem de técnicas específicas para serem quantificados.

As propriedades físico-químicas conforme Dias (2009) são fatores objetivos do projeto, e envolve a escolha do material durante o seu desenvolvimento, considerando sua estrutura, propriedades e processamento, oferecendo dados para a 'situação de aplicação' ou *performance* (conforme tetraedro da CM e EM para seleção de material apresentado na seção 2. 1 Materiais: Classificação e Conceitos).

A conexão entre fatores objetivos é percebida na tendência de mercado, quando da valorização dos produtos leves a partir da década de 1990 com a relação entre '*limite produtivo*' e '*peso-desempenho*' e a redução dos componentes físicos, a microeletrônica e a nanotecnologia (DIAS, 2009), além das questões ambientais e de acesso aos recursos.

Os fatores subjetivos se referem aos atributos das propriedades perceptivas (WALTER, 2006) como aos atributos de 'percepção de valor' (julgamento), como no caso da madeira que, por ser natural e constituída de fibras, com texturas e superfícies próprias com aspecto tátil macio e quente, quando comparado a outros materiais pode remeter a um processo produtivo mais fácil, artesanal (ASHBY e JOHNSON, 2011).

Outros fatores subjetivos envolvem o atributo simbólico de um material presente, por exemplo no trono de um rei e que deve transmitir imponência e peso (ex.: metal); como também o atributo cultural observado no minimalismo e leveza da tradição japonesa (ex.: papel) (DIAS, 2009).

3.3.1 Design e produtos moldados com fibras vegetais

Em termos de projeto, interpreta-se que os bons resultados dependerão do uso eficiente dos materiais, de suas propriedades e de sua capacidade de processamento, incumbindo ao designer explorar os atributos favoráveis do material diminuindo suas deficiências (ASHBY e JOHNSON, 2011).

No contexto dos materiais naturais e fibras vegetais, são aqui apresentados 6 exemplos de empresas e profissionais que atuam na pesquisa e desenvolvimento de novos materiais e sua aplicação em produtos.

Segundo Dias (2009), os novos materiais representam boas oportunidades para o projeto de produtos, porém existem os riscos da experimentação, pois suas propriedades e atributos (fatores objetivos e subjetivos) podem ser ainda desconhecidos.

A designer Danielle Trofe desenvolveu junto a *Ecovative*, empresa norte-americana que cria, produz e comercializa materiais de menor impacto ambiental a partir de recursos naturais, a linha *MushLume* (Figura 20) moldada a frio com o *Mushroom*®.

O material é feito com o micélio⁸ de cogumelos que são naturalmente biodegradáveis (RITTNER, 2016) (Figura 22).



FIGURA 22. OBJETOS COM MATERIAIS COMPOSTOS DE FIBRA VEGETAL E RESINA

Fonte: Adaptado pela Autora do Sítio Eletrônico de Danielle Trofe (2016) (<http://danielletrofe.com/>).

De acordo com Rittner (2016), a designer incorpora em seus projetos a característica observada na natureza de criar organismos confiáveis a outros menores, e que facilmente se reciclam ou reutilizam num processo natural de *cradle-to-grave*. A designer então, na decisão sobre os materiais parte do questionamento: “*será que este processo ou material realmente faz sentido ao nosso ambiente?*”.

Outro material desenvolvido pela *Ecovative* é o *MycoBoard*, que utiliza do micélio e outros substratos vegetais encontrados em lascas e partículas de madeira, da canola e do cânhamo na formação de chapas fabricadas por prensas convencionais e que são empregadas em móveis e arquitetura estrutural (Figura 23):



FIGURA 23. MATERIAIS FABRICADOS PELA ECOVATIVE

Fonte: Adaptado pela Autora do Sítio Eletrônico de Ecovative (2016) (<http://www.ecovatedesign.com/>).

⁸ Micélio vegetativo é a uma parte característica dos fungos responsável por sua sustentação e absorção de nutrientes (<http://www.ciencias.seed.pr.gov.br>).

O *FluidSolid®* é outro exemplo de material compósito feito a partir de matéria-prima renovável reaproveitada de indústrias e atividade agrícolas. Os processos de conformação do material envolvem, além da moldagem por compressão, a injeção e extrusão com possibilidade de diversas aplicações, como as apresentadas na Figura 24.



FIGURA 24. PRODUTOS FEITOS COM FLUIDSOLID® MOLDADOS POR COMPRESSÃO, EXTRUSÃO E INJEÇÃO
 Fonte: Adaptado pela Autora de Sítio Eletrônico FluidSolids® (2016) (<http://www.fluidsolds.com/>).

Outro exemplo é a *Organoid®*, uma indústria de revestimento decorativos localizada no Tirol, Áustria, e que utiliza de matéria-prima natural local e sem aplicação de solvente, biocidas ou plastificantes. Os produtos são elaborados considerando o projeto de superfícies que apresentem a biodiversidade vegetal coletada nos Alpes.

A Figura 25 apresenta produtos criados em parceria com o estúdio de design austríaco *Nofrontiere* e revestimentos elaborados a partir de cascas de pinheiro, pétalas de rosas e cascas da semente do girassol.



FIGURA 25. PRODUTOS E REVESTIMENTOS DECORATIVOS DA EMPRESA ORGANOID®
 Fonte: Adaptado pela Autora de Sítio Eletrônico Organoid® (2016) (<http://www.organoids.com/>).

No contexto do reaproveitamento de resíduos para novos produtos, o designer espanhol Raúl Laurí (Premiado na Feira de Milão de 2012) desenvolveu uma linha de luminárias a partir da borra de café intitulada *Decafé*.

O material, após tratamento, é conformado na presença de calor e pressão (Figura 26). Remetendo à forma de uma xícara e hábito comum do cotidiano (tomar café), o designer propõe a reflexão sobre o ciclo de vida dos materiais naturais com os quais convivemos diariamente (CINTRA, 2012).



FIGURA 26. LUMINÁRIAS FEITAS A PARTIR DA BORRA DE CAFÉ UTILIZADA
Fonte: Adaptado pela Autora de CINTRA (2012).

Um novo material biocompósito também foi proposto pelo designer Muji Yamamoto, que desenvolveu a linha *Gravity* a partir da variedade de argila existente no solo Suíço, testando com outros 24 componentes naturais diferentes. A moldagem foi realizada a frio e utilizou-se do tecido da juta para dar maior resistência a quebras e conferir aparência texturizada à superfície do material.

A proposta resultou em um material ecológico, acessível a todos e resistente (YAMAMOTO, 2016) (Figura 27):



a). Produtos da Linha Gravity. b). Amostras de materiais desenvolvidos com misturas diferentes. c). Juta com a função de unir o material durante a moldagem e proporcionar toque agradável no produto final. d). e e). O Biocompósito prensado no molde e seco ao 'ar livre'.

FIGURA 27. PRODUTOS FEITOS A PARTIR DE BIOCOMPÓSITO COM ARGILA

Fonte: Adaptado pela Autora do Sítio Eletrônico de Muji Yamamoto (2016). (<http://www.mugiyamamoto.com/bio-composite/>).

De acordo com o colocado por Dias (2009), a atividade do designer envolve o desenvolvimento de produtos (design), mas também estará associado ao desenvolvimento de novos materiais (design da matéria) e da superfície visível do produto (design de superfície) e que é importante atributo de linguagem entre o material e o usuário.

Em vista ao argumento apresentado pela autora, propõe-se sondar sobre a pesquisa de novos materiais e seu emprego no design, que além dos fundamentos referentes às propriedades das matérias-primas, aos processos, ao meio ambiente e ao mercado, necessita ponderar a que ponto a atividade do designer se dá apenas no nível de (re) produtores de objetos independente do material utilizado, ou se dá em concordância às particularidades da matéria.

3.4 O PINHEIRO-DO-PARANÁ

Ao fim da revisão bibliográfica, esta seção aborda a espécie vegetal objeto deste trabalho, o Pinheiro-do-Paraná ou Araucária. Serão aqui descritas suas características botânicas, a área original de ocorrência e como suas florestas hoje estão representadas no território brasileiro, expondo os aspectos legais de preservação dessa espécie e os argumentos que incentivam seu uso como árvore frutífera, em contrapeso à exploração de sua madeira. Serão expostas as pesquisas que utilizam seu principal produto não madeireiro, o pinhão, e a composição de como se apresenta hoje sua cadeia extrativista, que ainda é bastante informal e pouco industrializada.

O Pinheiro-do-Paraná é reconhecido popularmente no Brasil por denominações como: pinheiro, pinheiro-nacional, pinheiro-brasileiro, pinheiro-das-missões, pinho-do-paraná, pinheiro araucária ou simplesmente Araucária. Esse termo deriva da região chilena de Arauco, a procedência do gênero, e *angustifolia* provém do latim *angustus* (estreito, pontudo).

Conforme o Sistema e Classificação de Engler, segundo Carvalho (2003), a taxonomia da espécie segue a seguinte hierarquia:

- Classe: Coniferopsia.
- Ordem: Coniferae.
- Família: Araucariaceae.

A espécie foi descrita pela primeira vez como espécie botânica em 1820 como *Araucaria brasiliiana* Rich.; então como *Columbea angustifolia* Bert. em 1922 e hoje é denominada *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze (SOARES e MOTA, 2004; SANQUETTA, 2007; BASSO, 2010).

A Araucária é uma espécie endêmica no planalto sul do Brasil, com ocorrência desde a Serra da Mantiqueira, nos estados de Minas Gerais e São Paulo, estendendo-se pelos estados do Paraná e Santa Catarina, onde são abundantes. No Rio Grande do Sul ocupa as áreas ao norte nas regiões serranas, conforme indicado na Figura 28 (MAINIERI e CHIMELO, 1989). Há formações de florestas com Araucária também na província de *Misiones*, na Argentina, e no Paraguai (CARLUCCI *et al.*, 2011).

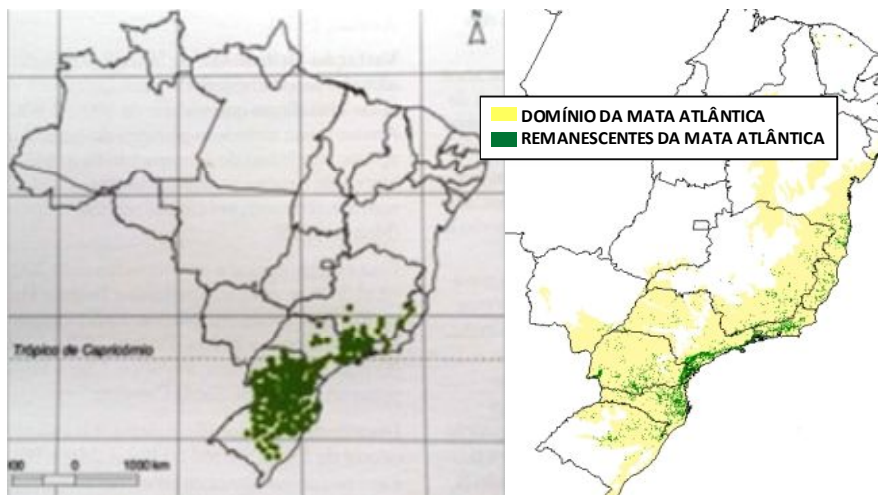


FIGURA 28. ÁREA DE OCORRÊNCIA NATURAL DA ARAUCÁRIA NO BRASIL. ÁREA ORIGINAL DA MATA ATLÂNTICA E SEUS REMANESCENTES

Fonte: Adaptado pela Autora de Carvalho (2003) e Google Imagens (2016).

Considera-se que a distribuição da Araucária é irregular. No Rio Grande do Sul ela aparece dominante ou misturada com outras espécies como o cedro (*Cedrela fissilis*). Em Santa Catarina, além do cedro, ela aparece associada à erva-mate (*Ilex paraguariensis*), à imbuia (*Ocotea porosa*) e ao xaxim (*Dicksonia sellowiana*), o mesmo ocorrendo no Paraná, porém em determinadas regiões misturada com a palmeira (*Arecastrum romanzoffianum*) e o palmito (*Euterpe edulis*) (SANQUETTA, 2007).

No que se refere à sua dimensão cultural, é comum ao habitante do planalto sul brasileiro quando retorna ao seu território e se depara com a Araucária sentir a proximidade da sua pátria sentimental, e o viajante de outras localidades, ao visualizar a espécie de características únicas, identifica a especificidade do território que visita (BASSO, 2010).

Schier (2003) discorre sobre os conceitos de paisagem na geografia, argumentando que "o aspecto cultural desempenha importante papel no comportamento das pessoas em relação ao ambiente, sendo que determinadas paisagens apresentam em sua configuração marcas culturais recebendo uma *"identidade típica"*.

Diversas são as histórias e lendas que envolvem a Araucária, parte delas foram reunidas por Sanquetta (2007) em *Pinheiro-do-Paraná: lendas & realidades*, oportunizando, hoje, o acesso à antigas histórias que se encontravam esquecidas ou apenas na memória dos mais velhos.

O hábito do consumo do pinhão (a semente da Araucária) carrega recordações e hábitos de vida, reforçando a tradição através das festividades como a “Festa Nacional do Pinhão”, em Lages (SC), a “Festa do Pinhão” em São José dos Pinhais, de Inácio Martins e de Pinhão (PR) e de São Francisco de Paula (RS), valorizando a regionalidade deste produto que é importante fonte de receita para famílias locais de baixa renda (DANNER, ZANETTE e RIBEIRO 2012).

Conforme Lubas (2014), a comercialização do pinhão nas margens de rodovias é uma importante característica cultural e social das comunidades que vivem nas áreas de Floresta com Araucária (Figura 29).



FIGURA 29. VENDA DO PINHÃO NA MARGEM DE RODOVIAS

Fonte: Luba (2014).

Através da ASSOPINHO (Associação dos Pinhoeiros de Tijucas do Sul e de São José dos Pinhais) ainda são mantidos pontos tradicionais de venda e conforme antigos costumes familiares, gerando pequena renda aos associados. Contudo a venda em margem de rodovias encontra entraves legais, principalmente pelas concessionárias mantenedoras, só sendo permitida nos estabelecimentos credenciados (RIBEIRO, SANTOS e BITTENCOURT, 2015).

Como espécie, a Araucária desenvolve-se bem em temperaturas amenas e em altitudes médias de 600 a 800 m (em relação ao nível do mar), podendo alcançar entre 10 a 35 metros de altura e diâmetro entre 50 e 120 centímetros. Possui a copa diferente entre os indivíduos jovens e adultos (Figura 30), sendo alta e caliciforme (em forma de cálice) nos indivíduos mais velhos e cônica nos mais jovens (SOARES e MOTA, 2004).



FIGURA 30. DIFERENÇA DO FORMATO DAS COPAS ENTRE AS ÁRVORES ADULTAS E JOVENS
Fonte: Koch (2002).

Normalmente apresenta-se como uma planta dioica, ou seja, com o gênero feminino e masculino em indivíduos separados, porém, conforme Mattos (1994) relatam-se os casos onde se apresentam monoicas por traumas ou doenças, sendo conhecidas como pinheiro macho-e-fêmea pelos agricultores da região Sul do país. Geralmente ocorre maior porcentagem de pinheiros do sexo masculino por área, tanto em plantios como em formação natural.

Para Soares e Mota (2004), o fruto da Araucária é botanicamente classificado como um pseudofruto, o estróbilo feminino ou pinha (Figura 31).



A. Estróbilo Feminino e B. Estróbilo Masculino da Araucária

FIGURA 31. ESTRÓBILO FEMININO E ESTRÓBILO MASCULINO DA ARAUCÁRIA
Fonte: Koch (2002).

Suas sementes são carnosas e conhecidas como “pinhão”, apresentando dimensões relativamente grandes - entre 3 a 8cm de comprimento por 1 a 2,5cm de largura e com peso médio aproximado de 8,7g (CARVALHO, 2003). As pinhas podem pesar até 5kg e cada quilograma pode conter cerca de 150 sementes (Figura 32).



FIGURA 32. O FRUTO (PINHA) E A SEMENTE (PINHÃO) DA ARAUCÁRIA
Fonte: Lorenzi (2008).

Conforme Vieira-da-Silva, Miguel e Reis (2011) a pinha apresenta 4 componentes, representados na Figura 36: 1) as sementes (pinhão); 2) um eixo central; 3) escamas férteis não fertilizadas ou abortadas (pinhão chocho); 4) escamas estéreis ou não fertilizadas (falhas). Em média, o peso da pinha é distribuído entre 44% a 55% de pinhão, de 3% a 9% para o eixo central, de 7% a 10% de pinhões chochos e 50% a 60% de falhas (Figura 33).



FIGURA 33. COMPONENTES DA PINHA
Fonte: Adaptado pela Autora de Lorenzi (2008).

De acordo com Zanette (2010), devido à variedade e quantidade de componentes existentes na pinha, o seu peso total não pode ser o parâmetro para o cálculo de pinhões, portanto a medição da produção por árvore indica-se o cálculo: (*número de pinhas X número de pinhões cheios por pinha X peso médio do pinhão*).

Por hectare, multiplica-se o resultado pelo número de indivíduos femininos na área.

Pesquisas arqueológicas denotam a presença de restos de casca de pinhão em fogueiras, evidenciando que ela já figurava na alimentação dos povos indígenas que habitavam o planalto sul brasileiro há aproximadamente 6.000 anos. As pesquisas também mencionam a presença da semente sob espessas camadas de argila, o que poderia ser uma forma de conservação por longos períodos, como também proteção para a ação do clima e para a presença de animais (BASSO, 2010).

As sementes da Araucária possuem curta longevidade, perdendo sua total viabilidade em até um ano após a colheita, o que se associa à redução do grau de umidade da semente (CARVALHO, 2003). Conforme Soares e Mota (2004) as sementes da Araucária são recalcitrantes⁹, portanto de difícil conservação. Os autores sugerem que as sementes sejam conservadas em ambientes com umidade relativa acima de 80%, retardando assim sua germinação.

O pinhão é uma semente rica em reserva energética, principalmente devido à sua composição ser de 54,7% amido, e que pode ser facilmente usado na alimentação, com alto nível de aminoácidos (5,1%), carboidratos, ferro, proteínas, fibras, cálcio, fósforo e vitaminas (BITTENCOURT, 2012 e DANNER, ZANETTE e RIBEIRO 2012).

A propagação da espécie ocorre pelas sementes, e nas Florestas com Araucária se dá através de agentes disseminadores (aves e roedores) que as utilizam como alimento, sendo o pinhão, no período de inverno, a principal fonte de energia para os animais da região de florestas (DANNER, ZANETTE e RIBEIRO 2012).

A Floresta com Araucária (Mata de Araucária), ou Floresta Ambrófila Mista (FOM), é uma formação florestal que pertence ao Bioma Mata Atlântica (Figura 30) (BRASIL, 2006). A proteção legal à Mata Atlântica, determinada pela Lei Federal nº 11.428/2006, delimitou o bioma criando regras para sua proteção e utilização, como a vedação do corte das espécies ameaçadas de extinção (BRASIL, 2006).

A Araucária consta desde 2006 como 'criticamente em perigo' pela *Red List of Threatened Species* IUCN¹⁰ (International Union for Conservation of Nature) e na lista oficial de espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção (IBAMA, 1992; CONAMA, 2001; MMA, 2008).

⁹As sementes recalcitrantes são altamente suscetíveis a perda de água e, se mantidas úmidas, podem sofrer ataques por fungos. São exemplos dessas sementes e suas aplicações: industrial (seringueira e cacaueiro), fruteiras (abacateiro e mangueira) e florestal (araucária e andiroba) (CAPELLA, PENTEADO e BALBI, 2009).

¹⁰ <http://www.iucnredlist.org/details/32975/0>

A Floresta com Araucária chegou a cobrir 182.295/km² dos planaltos brasileiros até o início do século XX, porém, dos quase 20 milhões de hectares originais, restam atualmente de 1 a 2% de área com espécies em bom estado de conservação (VALENTE, NEGRELLE e SANQUETTA, 2010; DANNER, ZANETTE e RIBEIRO 2012).

Das áreas existentes há 72 unidades de conservação¹¹ federais e estaduais de domínio público com ocorrência de Floresta com Araucária – mas também com campos não cobertos por ela – e 1% de áreas originais localizadas em propriedades privadas.

Segundo Mainieri e Chimelo (1989), a madeira da Araucária é capaz de produzir celulose para papel de alta qualidade, apresentando densidade de 0,50 a 0,61 g/cm³, o que lhe confere fácil trabalhabilidade com ferramentas manuais e automáticas para emprego em construções, como forros e ripas, assim como em móveis e brinquedos, (SOARES e MOTA, 2004) artigos de esportes, postes, compensados, aglomerados e laminados. Ademais, sua resina pode ser empregada para a fabricação de vernizes e outros produtos químicos (SOUSA e AGUIAR, 2012).

Tais características da espécie, junto ao interesse pela expansão agrícola, fez com que a madeira de Araucária fosse um dos produtos mais importantes da exportação nacional - aproximadamente 18,5 milhões/m³ entre 1915 e 1960 - e na década de 1970 aproximadamente 1 milhão/m³ da madeira exportada, principalmente no estado do Paraná. (VALENTE, NEGRELLE e SANQUETTA 2010; DANNER, ZANETTE e RIBEIRO, 2012).

A exploração e extração sem critérios de manejo e que ocasionou no acelerado desmatamento da Floresta Ombrófila Mista, resultou em populações isoladas de Araucária e em espaços fragmentados, com baixa variabilidade genética, o que dificulta a sua conservação (STEFENON *et al.* apud VALENTE, NEGRELLE e SANQUETTA 2010). Porém a importância da conservação destes fragmentos - ou mesmo plantas isoladas - ocorre pelo fato de contribuírem com a conectividade genética através do seu pólen.

Segundo Carvalho (2003), no sul de Minas Gerais a espécie já é incapaz de se auto-regenerar naturalmente, só sendo possível por reprodução artificial em viveiros e posterior plantio.

Danner, Zanette e Ribeiro (2012) argumentam que a atual inviabilidade econômica, devido à proibição do uso da espécie, gera o pouco interesse por parte dos proprietários rurais na manutenção da Floresta com Araucária, que tendem a impedir sua regeneração natural com a extração dos brotos.

Porém, nos três primeiros anos de plantio a Araucária pode ser cultivada com outras culturas agrícolas, como milho, feijão e aveia. Esses cultivos não prejudicam o crescimento da Araucária,

¹¹ As unidades de conservação (UCs) são espaços territoriais e seus recursos ambientais, instituídos pelo poder público com objetivos de conservação e limites de proteção. Entre algumas categorias de UCs estão as Unidades e Proteção Integral, as de Uso Sustentável e as Florestas Nacionais (FLONAS). <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=322>

fornecendo o sombreamento necessário à espécie no início da implantação e possibilitando renda extra aos custos de manutenção da cultura florestal (CARVALHO, 2003).

De acordo com Rosot (2007), o abandono dos fragmentos florestais nas propriedades rurais contribui para seu enfraquecimento e degradação, principalmente quando não se utiliza de qualquer tipo de manejo florestal.

[...] manejo florestal, pelo seu sentido mais amplo, pode ser definido como um conjunto de medidas tomadas em relação à floresta, principalmente em caráter silvicultural, visando otimizar a produção de determinados bens e/ou serviços de forma sustentável ao longo do tempo. (ROSOT, 2007).

As medidas de valorização da floresta como recurso sustentável, com o desenvolvimento de mercados de bens e serviços provenientes do manejo, onde a produção de madeira não precisa necessariamente ser a fonte de exploração e receita, pode ser uma opção para a manutenção e conservação de áreas de preservação, como é o caso das Florestas com Araucária.

3.4.1 Produtos Florestais Não Madeireiros - PFNMs

Conforme estabelece o Ministério do Meio Ambiente (MMA), os Produtos Florestais Não Madeireiros (PFNMs) são todos aqueles não lenhosos e de origem vegetal (resinas, óleos, sementes, plantas ornamentais e medicinais, tinturas, entre outros) que visam subsistência e/ou comercialização, bem como os serviços sociais e ambientais, o extrativismo, o sequestro de carbono e outros benefícios provenientes da manutenção da floresta.

De acordo com Alves (2010), existem diversas correntes conceituais e classificatórias para os PFNMs, já que uma espécie vegetal é capaz de fornecer um ou mais produtos. Portanto, o Produto Florestal Não-Madeireiro pode fornecer mais de um produto e subproduto com grande variedade de uso e estes, quando beneficiados, podem ser destinados como matéria-prima às indústrias farmacêuticas, alimentícias, de cosméticos, de produtos naturais, dentre outras.

Floriani (2007), conforme resultados de sua investigação com agricultores familiares em municípios da Serra Catarinense, visando o desenvolvimento de redes para o aumento do potencial do pinhão, conclui que a valorização da floresta através de produtos não madeireiros tende a preservar a estrutura florestal, mas argumenta sobre a importância da adoção de critérios de acesso sustentável ao recurso, com instrumentos que eduquem e orientem a exploração de forma a contemplar as populações e o ecossistema locais.

De acordo com Vieira-da-Silva e Reis (2009), o manejo das espécies fornecedoras dos PFNMs é considerado uma estratégia para o desenvolvimento territorial, podendo ainda fortalecer a agricultura familiar com o aumento da renda, como no caso do ginseng-brasileiro que é responsável

por 55% da renda anual das famílias da região do alto rio Paraná e da castanha-do-pará, responsável por 67% da mesma renda das famílias da região de Madre de Dios, no Peru.

O Programa Conservabio (MAZZA *et al.*, 2012), que trata do fomento à pesquisa científica para a conservação e manutenção das Florestas com Araucária (FOM) por meio do uso dos PFNMs, constatou que as demandas junto aos agricultores familiares em relação a outros usos da Araucária, abordam:

- a necessidade de melhor aproveitamento do pinhão;
- o estudo das variedades existentes e do aumento do período de produção;
- a readequação da logística de comercialização e da cadeia produtiva.

3.4.2 A semente da Araucária – o pinhão

De acordo com Costa *et al.* (2013), o pinhão é considerado a unidade de dispersão do pinheiro e o principal PFNM da Araucária. Sua coleta é uma importante fonte de renda das comunidades ao sul do Brasil, onde é consumido nas estações de outono e inverno.

Árvores isoladas, quando plantadas, iniciam a produção de pinhas entre 10 e 15 anos e as em povoamento, em média, aos 20 anos (CARVALHO apud AMARANTE, 2007).

Para Danner, Zanette e Ribeiro (2012) as vantagens da exploração do pinhão sobre a da madeira da Araucária - mesmo com a demora no início da produção (entre 10 e 15 anos) - leva em consideração que a geração de pinhões ocorre praticamente em todos os anos, e num período aproximado de 200 anos, preservando ainda as suas florestas. A exploração florestal do produto madeireiro, por outro lado, ocorre uma única vez, no momento do corte da árvore, sendo que o desdobro da Araucária só é possível a partir dos 15 anos, considerando a implementação do manejo em solo fértil e o espaçamento adequado entre os indivíduos.

Técnicas de enxerto também permitem a antecipação do início da produção de pinhões (ZANETTE, 2010), sendo possível utilizar da variabilidade genética natural da espécie para se obter sementes em produção menos concentrada.

Sousa e Aguiar (2012) indicam que, após o plantio, uma árvore pode produzir de 1,5 a 8kg de pinhão ao ano. Conforme os estudos sobre a variabilidade e as diversidades de coloração e tempo de maturação dos pinhões, infere-se sobre a possibilidade de produção de pinhões durante os 12 meses do ano (DANNER, ZANETTE e RIBEIRO 2012).

Sobre as características físicas do pinhão, ele possui uma forma cônica-arredondada-oblonga, com seu ápice terminando com um espinho curvado a achatado para a base (BRASIL, 2009).

Sua parte externa, ou casca, se apresenta em cores que variam do amarelo ao marrom-avermelhado, do branco-amarelado ao marrom e do marrom ao rosa avermelhado (Figura 34).



FIGURA 34. DIFERENÇA DE CORES ENTRE PINHÕES
Fonte: Costa *et al.* (2013).

A análise colorimétrica do pinhão é de difícil mensuração pelo fato de uma mesma semente apresentar variações em seus diferentes lados. As diferenças de cor, formato e tamanho entre as sementes podem ocorrer pela variabilidade genética e fisiológica, e também pelas condições ambientais (COSTA *et al.*, 2013).

De acordo com Godoy, Deliza e Negre (2010), comercialmente a cor é uma importante característica do pinhão percebida pelos consumidores, que costumam ter um padrão próprio de avaliação. Porém Costa *et al.* (2013) argumentam que um protocolo de análise da cor da semente pode contribuir com aspectos mercadológicos e com identificação mais precisa da maturação e sua correlação com os parâmetros físico-químicos e sensoriais.

As autoras também relatam que as mulheres são as maiores "*compradoras*" do pinhão para a alimentação, sendo que os maiores problemas encontrados na hora da escolha do produto se referem à presença de pinhão velho, bichado ou mofado e a falta de uniformidade entre suas características. O preço não é indicado como um fator determinante na compra do pinhão e é fácil perceber o interesse por outros produtos à base de pinhão quando das suas ofertas.

De acordo com Bittencourt (2012), o pinhão é encontrado na medicina popular por suas propriedades que auxiliam no combate a azia e anemia. Também a infusão da casca em álcool é usada para tratar reumatismo, varizes e distensões musculares (CARVALHO apud BITTENCOURT, 2012).

Vieira-da-Silva, Miguel e Reis (2001), em pesquisa com agricultores de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul, constataram que após a sua debulha – separação dos componentes da pinha – as sementes são destinadas ao consumo próprio ou à comercialização, e a parte não fertilizada – ou escamas estéreis (falhas) – são utilizadas como subsídio para artesanato, adubo e cobertura do solo para a diminuição da capina evitando assim o uso de herbicidas, como também para matéria seca em

composteira e para o tingimento natural de lãs. Os autores relatam que a maior parte do peso da pinha provém de suas escamas estéreis (falhas).

Também relatam-se os estudos do uso da casca do pinhão na obtenção do carvão vegetal, onde o aumento calorífero após a carbonização refletiu o potencial energético do resíduo da casca (ARAÚJO e GUIOTOKU, 2010), e os estudos com as escamas e cascas do pinhão como biosorvente¹² do cromo hexavalente (Cr(VI)) (como exemplo os existentes nos efluentes líquidos de indústrias metalúrgicas) onde o resíduo da casca pôde ser comparável a biosorventes de grande eficiência, tal o carvão ativado. As escamas se mostraram eficientes e rápidas na biosorção do Cr(VI) e C(III). (BRASIL *et al.*, apud SANTOS, 2007; SANTOS, PIRES e CANTELLI, 2011).

De acordo com Saliba *et al.* (2001), o alto poder calorífero nos vegetais está associado, em termos de estrutura, a lignina¹³. Em relação aos elementos estruturais observados na parede celular da semente da Araucária, observa-se a presença de:

- 32,43% de lignina;
- 35,16% de celulose e;
- 14,83% de hemicelulose.

O mesmo teor de lignina é também encontrado em bagaços de cana.

Na madeira de Araucária é aproximadamente a 28%. Acrescenta-se que o teor de celulose da madeira de Araucária, conforme Mainieri e Chimelo (1989) é de 58,3%.

Missio, Mattos e Magalhães (2011) descrevem a confecção de compósitos com o resíduo da casca do pinhão cru e cozido em água fervente com polipropileno (30%, 40% e 50%) e com uréia formaldeído (6% e 12%) os quais foram submetidos aos ensaios físicos de inchamento em espessura (IE) e absorção de água (AA). Para ambos os ensaios os melhores resultados estiveram na presença de 50% de polipropileno. Os autores sugerem estudos sobre a viabilidade econômica do material e seus respectivos ensaios mecânicos.

¹² As biomassas (matéria orgânica proveniente dos vegetais, animais e microorganismos, e os materiais decorrentes de suas transformações) vêm sendo testadas para a biosorção como meio de solucionar a poluição de águas por metais pesados (SANTOS, 2007).

¹³ A lignina é um polímero natural e um dos principais componentes dos tecidos vegetais, sendo responsável pelo transporte de água e nutrientes, pela resistência mecânica e ao ataque de microorganismos (SALIBA *et al.*, 2001).

3.4.3 O pinhão na alimentação

O maior emprego da semente da Araucária é na alimentação, e a farinha de pinhão é uma forma de conservar parte de suas características nutricionais e de paladar. A maioria das sementes para consumo pode ser mantida seca por longos períodos de tempo, porém as recalcitrantes necessitam de processos de beneficiamento para sustentar a viabilidade de seu uso (CAPELLA, PENTEADO e BALBI, 2009).

Mesmo com a perda de alguns dos seus nutrientes durante os processos de preparo, a farinha de pinhão se mostra uma boa fonte de fibra, minerais, proteína e lipídios, tornando-se uma alternativa possível como matéria-prima na formulação de produtos alimentícios (CAPELLA, PENTEADO e BALBI, 2009; SCHVEITZER *et al.*, 2014).

A pesquisa com malte de cevada e pinhão (em diferentes porcentagens – com casca e sem casca) para a preparação de cerveja demonstrou resultados satisfatórios em teor alcoólico e de avaliação de paladar, quando comparada às cervejas tradicionais (BATISTA, 2014).

Amarante *et al.* (2007) argumentam que o fortalecimento das pesquisas sobre métodos de conservação do pinhão *in natura* e sobre processamentos industriais da semente – que são ainda escassos – contribuiriam no desenvolvimento da cadeia comercial e consumo do pinhão em outras épocas do ano. Como resultado do estudo, os autores sugerem que o armazenamento a 0°C, logo após a colheita e em ambientes com elevada umidade relativa evita sua desidratação e germinação.

Complementando as pesquisas sobre processos de beneficiamento que possibilitam o aumento do período de oferta do produto, Cornejo *et al.* (2014) descrevem método para o descascamento e separação das cascas do pinhão, em que estes, ainda crus, são triturados em moinhos de faca resultando em uma mistura de amêndoas (parte que contém o embrião) e cascas.

A mistura é então acondicionada em um reservatório com água, e, devido à diferença de densidade entre a amêndoa e a casca, as partes leves (cascas) flutuam até a superfície podendo então ser retiradas com o auxílio de uma peneira conforme representado na Figura 35:



(1) PINHÃO CRU E INTEIRO PICADO EM MOÍNH. (2) MISTURA DE CASCA E SEMENTE IMERSA EM ÁGUA. (3a e 3b) CASCAS NA SUPERFÍCIE RETIRADAS COM PENEIRA. (4) RECIPIENTES COM AS CASCAS E AS SEMENTES SEPARADAS.

FIGURA 35. MÉTODO DE DESCASCAMENTO DE PINHÕES CRU

Fonte: Adaptado pela autora de Cornejo *et al.* (2014).

Neste processo as amêndoas são posteriormente desidratadas em secadores e trituradas para a obtenção da farinha. Conforme os autores, este método substitui o descascamento tradicional com facas cuja aplicação nos processos agroindustriais é praticamente impossível, também possibilitando a obtenção das cascas sem o processo de cozimento, que tende a homogeneizar as diferentes cores conforme a variabilidade genética, o que pode ser um atrativo visual na utilização do material.

Em relação à oferta de produtos para a alimentação, é possível encontrar o pinhão beneficiado e embalado, já moído para a produção de paçoca e cozido e congelado (Figura 36), também oportunizando a utilização de estratégias de design de embalagens para o setor.

As sementes são comercializadas descascadas conforme iniciativa da Cooperativa Ecoserra, na região do município de Urubici, Fortaleza do Pinhão, da Serra Catarinense (CERTI, 2012).



FIGURA 36. ALTERNATIVAS COMERCIAIS PARA O PINHÃO PÓS-BENEFICIAMENTO
Fonte: CERTI (2012).

3.4.4 Características da extração do pinhão

O modo de extração, diferentemente do modo de produção, pode ser definido como "*a coleta de recursos naturais brutos na sua região de ocorrência natural*", e qualquer grau de emprego tecnológico nestes recursos naturais brutos implica na transição do modo extrativista para os modos produtivo, transformador ou industrial (BUNKER apud DRUMMOND, 2002).

O pinhão é um produto extrativista e sua coleta, transporte e comercialização só são legalmente permitidos a partir de 15 de abril para os estados do Paraná e do Rio Grande do Sul (Portaria Normativa DC-20 de 27 de setembro de 1976) (BRASIL). No estado de Santa Catarina, conforme Lei 15. 457 de 17 de janeiro de 2011, o prazo legal foi antecipado para 1º de abril (DANNER, ZANETTE e RIBEIRO 2012).

Contudo tem-se percebido pequena mudança nestas datas visando a cadeia extrativista. De acordo com Zanette (PARANÁ, 2013), a coleta do pinhão pode se iniciar em março sem apresentar prejuízo para a espécie.

No estado do Rio Grande do Sul debate-se a criação de uma regulamentação para colheita do pinhão, pois parte da coleta ocorre em áreas privadas com casos de parceria de arrendamento entre os proprietários de terras e coletores, porém ocorrem também coletas sem autorização prévia, o que gera conflito devido à invasão das propriedades (VIEIRA-DA-SILVA e MIGUEL, 2014).

A partir da Tabela 3 é possível observar, conforme os dados do Ceasa/SC, os meses com maior e menor quantidade de oferta e o crescimento da produção a partir do mês de março, alcançando o ápice nos meses de maio e junho e decréscimo produtivo até o fim da safra, nos meses de agosto e setembro.

TABELA 3. QUANTIDADE DE PINHÃO COMERCIALIZADA (em kg) NO INÍCIO E FIM DE SAFRA NA REGIÃO DE SÃO JOSÉ/SC

MÊS/ANO	2007	2008	2009	2010	2011
JAN	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FEV	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MAR	0,00	400.00	25.200	7.000	10.200
ABR	63.500	84.540	53.780	54.320	81.460
MAI	137.820	147.720	49.800	142.820	96.280
JUN	67.180	141.180	60.840	122.200	110.700
JUL	23.200	89.640	33.000	31.000	89.140
AGO	420,00	11.980	3.200	6.500	3.600
SET	0,00	200,00	0,00	0,00	0,00
OUT	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NOV	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DEZ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte: CERTI (2012).

A coleta do pinhão pode ocorrer no solo, quando da maturação das pinhas que caem naturalmente, ou pela sua derrubada prematura, utilizando de ferramentas como varas de bambu, ou pela subida nas árvores com o uso de esporas, porém em grande parte das vezes sem os equipamentos de segurança¹⁴ necessários (SANTOS *et al.*, 2002).

Devido à diferença de maturação entre as pinhas, a coleta das sementes no solo próximo a árvore de origem é uma atividade exercida diversas vezes pelo coletor, que também percorre grandes áreas para obtenção de quantidade satisfatória, considerando também as variações na capacidade produtiva nos indivíduos.

A derrubada das pinhas prematuras apresenta os riscos inerentes à subida e a dificuldade de acesso aos galhos. A pinha também é de difícil transporte durante a coleta, sendo que muitas vezes não podem ser debulhadas no local pela sua não maturação (VIEIRA-DA-SILA e REIS, 2009).

Os autores argumentam que a motivação da coleta no solo ocorre para alimentação e venda, enquanto que a de derrubada objetiva normalmente os fins comerciais.

De acordo com o CERTI (2012), em levantamento de campo em regiões do Paraná e Santa Catarina, as modalidades de produtores/coletores de pinhão envolvem os proprietários dos pinheirais

¹⁴ O IBAMA, Instituto Brasileiro de Meio Ambiente, adverte sobre os instrumentos de segurança necessários para a coleta do pinhão através da Instrução Normativa Nº 20 (BITTENCOURT, 2012).

(que realizam a atividade de coleta), os contratados permanentes dos proprietários (que realizam na época de safra) e os terceiros (que recebem em dinheiro ou em parte do produto).

Essas informações são corroboradas por Vieira-da-Silva e Reis (2009) que argumentam a relevância do pinhão para as famílias que trabalham como meeiros, pois durante os meses de inverno há uma diminuição das atividades agrícolas nas lavouras.

Destaca-se que há baixíssimo grau de associativismo entre os coletores, com poucas associações ou cooperativas, e que os grandes proprietários de terra dão pouca importância a coleta do pinhão a delegando a terceiros ou não a realizando (CERTI, 2012).

A cadeia extrativista do pinhão, no estado do Paraná, apresenta baixo grau de industrialização. Conforme Santos *et al.* (2002) tal característica deve-se aos aspectos culturais e a quantidade de produção da semente. A sazonalidade e sua alta perecibilidade são entraves ao fluxo de comercialização, ainda mais sem o uso de estratégias produtivas e processos de beneficiamento.

Para Bittencourt, Santos e Ribeiro (2015), no levantamento com os produtores rurais no estado do Paraná, identificou-se que a produção/coleta do pinhão não se apresenta como a principal fonte de renda para todos os entrevistados – que se dedicam a outras culturas e pecuária – porém é uma importante fonte de receita adicional ampliada nos períodos de safra, correspondendo em média a 30% da renda anual da família do coletor e a 3,24% da renda da propriedade rural.

A participação do pinhão na renda total dos produtores só não é maior, devido, em grande parte, aos baixos preços de comercialização do produto.

Conforme os entrevistados no estudo, o transporte da semente para venda em centros urbanos também não é compensatório – muitos não possuem meio de transporte apropriado – portanto a comercialização é realizada diretamente com os atacadistas que possibilitam o escoamento da produção.

A coleta ilegal, sem a permissão dos proprietários, também é um entrave à produção/comercialização, já que tende a ocorrer antes do período determinado pelos órgãos com a derrubada de pinhas ainda verdes, reduzindo a capacidade produtiva e regenerativa da espécie na propriedade.

A vista disto, a cadeia extrativista do pinhão apresenta-se bastante simplificada e praticamente sem atividades de transformação em grande parte das localidades onde é extraída, se mostrando mais como um canal de comercialização do que uma cadeia produtiva propriamente dita. São poucos os agentes envolvidos na cadeia, porém com diferentes formatos no fluxo de comercialização.

Os agentes da cadeia extrativista do pinhão, conforme Santos *et al.* (2002), Bittencourt (2012) e Vieira-da-Silva e Miguel (2014), correspondem a:

- a) Produtor

Proprietários de remanescentes de florestas com Araucária que utilizam o pinhão como fonte adicional à renda. Mais da metade conhece e respeita o prazo legal de coleta, porém a grande maioria não desenvolve práticas de manejo florestal. Utilizam intermediários para a venda ou comercializam direto com o consumidor em feiras de agricultores, tornando a produção mais rentável.

b) Coletor

Normalmente pessoas sem trabalho fixo, dependentes da coleta do pinhão entre os meses de março a agosto. Realizam outras atividades fora das safras. Normalmente a coleta é uma atividade familiar, em grande parte em áreas de terceiros. Comercializam o pinhão diretamente para o consumidor final (a preferência pela melhor margem de comercialização), ou para o mercado varejista ou para o atacadista.

c) Intermediário

Representam importante papel na cadeia extrativista, sendo responsáveis pelo transporte e escoamento do produto. Também conhecido como 'facilitador' ou 'atravessador', é o principal responsável por agregar valor ao pinhão, intermediando sua saída do campo até o consumidor. Podem ser locais ou externos à comunidade. São os responsáveis pelo maior acréscimo no preço do produto, em partes por não terem o gasto relativo à produção.

d) Atacadista

Adquirem o pinhão dos produtores e coletores para o aumento de renda no período de safra. Podem ser considerados como facilitadores, já que intermediam a saída do produto do campo até o consumidor final. Armazenam grande volume da semente, normalmente em câmaras frias particulares ou de cooperativas.

e) Varejo

Os varejistas são tanto proprietários de pequenos empreendimentos (mercearias, feiras, locais de comércio de verduras e frutas entre outros) quanto os proprietários de mercados e supermercados. A diferença está normalmente na quantidade máxima adquirida, onde os primeiros tendem a adquirir o produto de produtores e coletores, enquanto os segundos dos atacadistas.

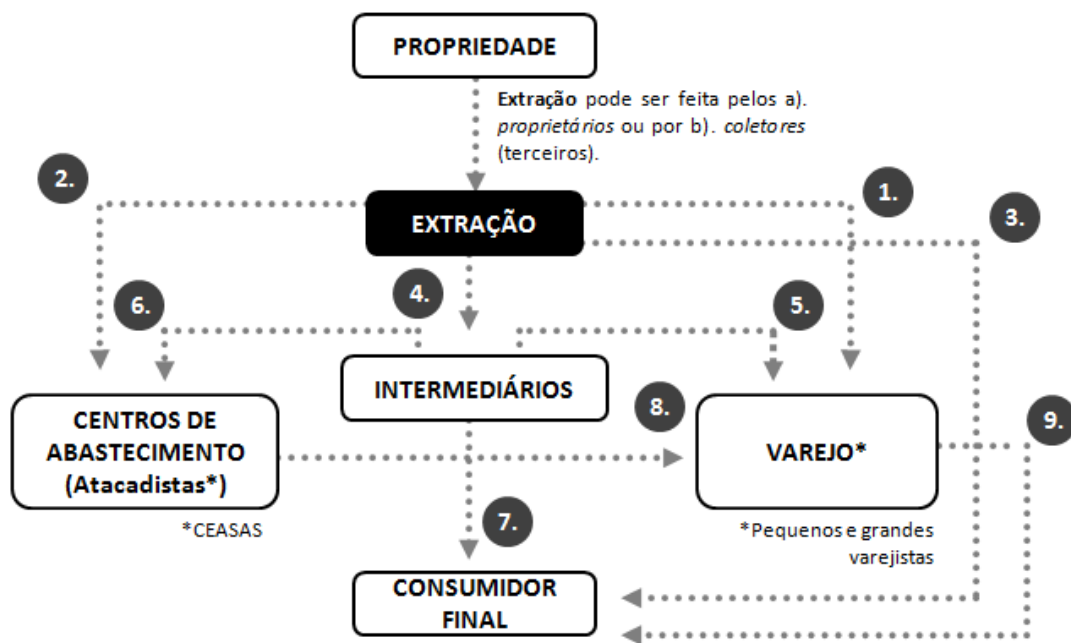
f) Consumidor final

O último agente da cadeia é o grande responsável pela sua existência. Adquirem o produto tanto de comerciantes em beira de estradas (normalmente coletores), como de pequenos e grandes empreendimentos comerciais.

Para o consumo final, as sementes podem ser encontradas *in natura* para o preparo em domicílio, apenas cozidas para consumo imediato ou em produtos transformados em pratos (como paçoca, pães, entrevero, entre outros, que variam conforme a região).

Os produtos encontrados preparados e/ou beneficiados correspondem a uma pequena parcela da produção total do pinhão, porém apresentam margem de comercialização maior que o pinhão *in natura* (SANTOS *et al.*, 2002; VIEIRA-DA-SILVA e MIGUEL 2014).

Os fluxos de comercialização do pinhão tendem a se diferenciar conforme as relações entre os agentes, que estão representadas pela Figura 37:



FLUXOS DE COMERCIALIZAÇÃO:

1. Produtor ou Coletor para Varejo.
2. Produtor ou Coletor para Atacadista.
3. Produtor ou Coletor para Consumidor Final.
4. Produtor ou Coletor para Intermediários.
5. Intermediários para Varejo.
6. Intermediários para Atacadista.
7. Intermediário para Consumidor Final.
8. Atacadistas para Varejo.
9. Varejo para o Consumidor Final.

FIGURA 37. FLUXOGRAMA DE COMERCIALIZAÇÃO DO PINHÃO

Fonte: Adaptado pela autora de Santos *et al.* (2002) e Vieira da Silva e Miguel (2014).

Os preços praticados para o pinhão alteram-se durante os fluxos de comercialização. De acordo com Mattos apud CERTI (2012), as variações ocorrem também conforme as diferenças de comportamento entre as safras que se mostram, mesmo sem um padrão homogêneo, em ciclos de 2 a 3 anos em volume crescente e 2 a 3 anos com volume em declínio.

Mesmo com a variação na safra entre estes períodos, Bittencourt (2012) apresenta valores crescentes de produção entre os anos de 2002 e 2010 em localidades com tradição na produção do pinhão.

Contudo, os preços de comercialização do pinhão, conforme Bittencourt, Ribeiro e Medeiros (2015), tem se apresentado decrescente nos últimos anos evidenciando a necessidade de se buscar outras formas de valorização para o produto. Percebe-se também que a produção do pinhão, no exemplo do estado do Paraná, é concentrada em determinadas regiões, conforme Tabela 4 e Figura 38:

TABELA 4. VOLUME CRESCENTE DA PRODUÇÃO DE PINHÃO ENTRE OS ANOS DE 2002 E 2010 E CONCENTRADO POR REGIÕES

NÚCLEO REGIONAL/ ANO	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Part. %
1. Guarapuava	281	568	1.708	982	579	757	1.111	1.202	1.386	30,6
2. Irati	505	410	575	485	404	496	580	765	836	19,3
3. União da Vitória	522	440	497	490	450	362	435	540	572	16,7
4. Pato Branco	271	257	205	146	164	465	510	677	796	12,9
5. Curitiba	212	273	314	322	360	377	392	572	584	12,5
6. Ponta Grossa	27	30	36	41	33	56	74	103	114	1,9
7. Laranjeiras do Sul	100	90	89	78	74	70	83	72	74	2,9
8. Francisco Beltrão	39	57	63	57	16	13	17	17	22	1,2
9. Ivaiporã	23	67	14	8	46	46	56	31	22	1,2
10. Cascavel	16	16	40	38	36	22	19	9	9	0,7
11. Campo Mourão	1	1	1	1	1	1	-	4	12	0,0
12. Jacarezinho	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1
Soma	1.997	2.207	3.542	2.647	2.162	2.663	3.277	3.989	4.419	100

Fonte: Adaptado pela autora de Bittencourt (2012).

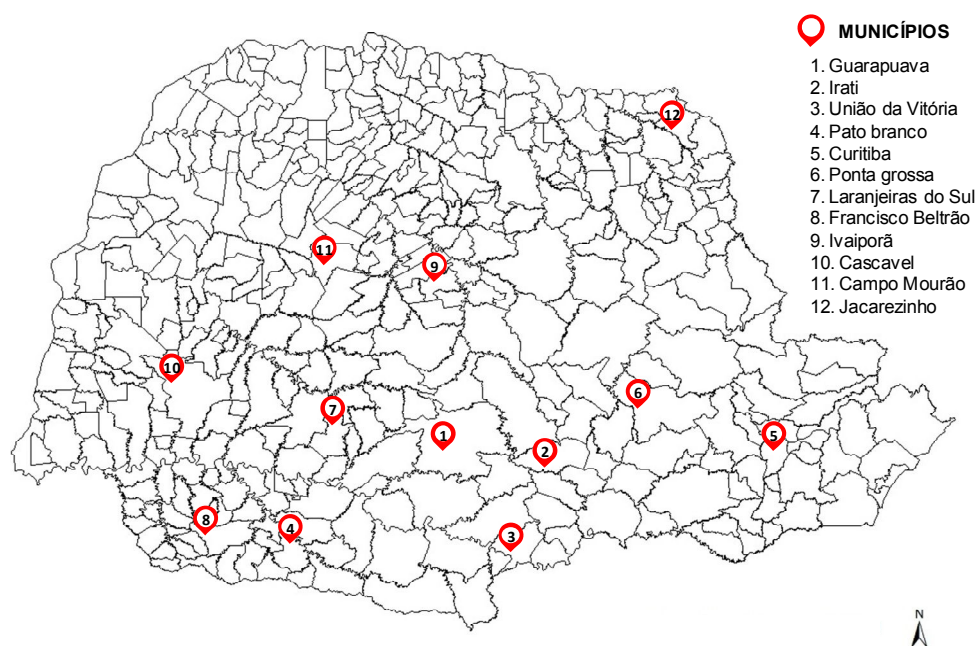


FIGURA 38. DISTRIBUIÇÃO DA PRODUÇÃO DE PINHÃO POR REGIÃO NO PARANA

Fonte: Adaptado pela autora de Bittencourt (2012) e Google Imagens (2016).

Salienta-se que o preço do produto, independente da região, tende a ser maior no início e no fim da safra em decorrência da diminuição de oferta. Essa é uma informação corroborada por Bittencourt, Santos e Ribeiro (2015), que relatam a ocorrência de menores preços para o produto nas localidades com maior oferta. Para os autores, a possibilidade de melhores preços para comercialização ocorre quando o produtor (ou coletores ou intermediários) negocia diretamente com o consumidor final.

A diferença de quantidade, conforme os meses de safra e que incide na variação de preço do produto poderia ser atenuada com a utilização de tecnologias como as câmaras frias ou sistemas de refrigeração, preferencialmente nos locais de produção, sendo uma possível estratégia de comercialização durante o ano e com melhor poder de negociação dos produtores com os intermediários da cadeia e manutenção da qualidade do produto (CERTI, 2012).

Nota-se em Bittencourt (2012), como já mencionado, a ocorrência de uso de câmaras frias em algumas localidades e por parte dos agentes da cadeia (geralmente os intermediários), porém essa ainda não é uma estratégia padrão no processo de extração e comercialização do pinhão.

Outra estratégia referente ao preço do pinhão e que pode ser tratada como incentivo aos produtores na extração da semente e na manutenção da espécie é a anexação do produto à Política Nacional de Garantia de Preço Mínimo (PGPM), que consiste em um sistema de preço antecipado que tem como objetivo reduzir, ou transferir à sociedade, as incertezas relativas aos preços praticados para os produtos agrícolas.

Os produtores rurais dificilmente conseguem dimensionar as variações de preço de mercado, e em altas tendem a investir na produção por acreditar na manutenção dos valores. Porém na época de colheita e/ou extração a queda de preços dos produtos sempre tende a ocorrer.

No contexto desta política, exemplifica-se pela Lei Federal Nº 11.775 de setembro de 2008, que autoriza o recebimento de subvenção pelo extrativista na comprovação de venda a preços inferiores ao mínimo fixado pelo Governo Federal (BITTENCOURT, 2012).

O pinhão é um produto extrativista em análise pela Conab¹⁵ para sua inclusão na Política Nacional de Garantia de Preço Mínimo para Produtos da Sociobiodiversidade (PGPMBio), sendo que atualmente fazem parte desta política o açaí, a castanha do Brasil, a cera de carnaúba e a borracha natural, e que se apresentam como importantes produtos para a economia nacional.

¹⁵ A Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) é o órgão responsável pelos planos de operação e inclusão de produtos à PGPM.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para o início desta seção que trará a descrição do método de campo assumido neste estudo, retomam-se os objetivos iniciais propostos a fim de elucidar sua relação com os procedimentos metodológicos, portanto rememora-se: “Estudar o emprego das escamas estéreis da pinha da Araucária (falha) com diferentes tamanhos de partículas (granulometrias) na formulação de um compósito para moldagem de produtos pelo processo de compressão.”

Sendo os objetivos específicos:

- a) estudar as características de obtenção do material (pinha da Araucária);
- b) identificar granulometrias nos resíduos da pinha para desenvolvimento de compósito com fibras lignocelulósicas;
- c) analisar as características e a aparência de amostras de materiais composto com resíduos da pinha e resinas sintéticas moldados por compressão e;
- d) esboçar perfis de produto que possam ser projetados com este material.

O método está dividido em duas fases: a primeira sobre o estudo, formulação e moldagem do material e a segunda sobre a aplicação do material em produtos.

A Fase Experimental (geração do compósito) foi composta por *4 Etapas: Estudo Piloto* para a observação do comportamento da fibra vegetal quando exposta aos procedimentos de moagem e classificação de partículas e as *Etapas 2, 3 e 4*, onde o compósito foi moldado variando-se a granulometria, resina e temperatura de moldagem.

Entende-se que os fundamentos relacionados à granulometria das partículas para a fibra vegetal possibilitaram a compreensão do seu comportamento durante a observação de suas fases de moagem e classificação como partícula e de moldagem como compósito, e que terão influência na superfície do produto moldado (aparência).

A Fase Experimental buscou identificar as diferentes granulometrias passíveis de serem obtidas pela fibra e o comportamento e características superficiais das peças de amostras moldadas. Para a moldagem as fibras foram combinadas com resinas termoplásticas e termofixas e em processos de compressão a quente e a frio.

A segunda fase de campo denominou-se de Fase Oficina e objetivou avaliar o emprego do compósito no design de produtos, sendo realizada com a participação de alunos de graduação em curso superior.

A fase foi composta também por *4 Etapas: 5 Sensibilização* ou etapa introdutória com a apresentação contextualizada sobre a espécie vegetal estudada, as interações existentes entre o design e os materiais e mercado de produtos e de produção local.

As *Etapas 6 e 8* envolveram a coleta de dados com aplicação de questionário com questões sobre a moldagem e a superfície do material e sobre a espécie vegetal (questionário I) e sobre os critérios de escolha do material durante o desenvolvimento do produto, considerando as diferentes granulometrias apresentadas por cada uma das amostras de compósito (questionário II).

A *Etapa 7* Disciplina Projetual, envolveu a prática de oficina para o desenvolvimento e a apresentação das sugestões de produtos para aplicação do material gerado.

4.1 DESCRIÇÃO DO MÉTODO DE PESQUISA DE CAMPO

O método de campo foi dividido em duas fases distintas e ocorreram entre setembro e outubro de 2015 e entre abril e novembro de 2016.

A Fase Experimental objetivou a elaboração de amostras moldadas de compósito particulado com a fibra vegetal proveniente das escamas estéreis (falhas) da pinha da Araucária, e os procedimentos laboratoriais necessários para a sua formulação, tendo em vista os fundamentos da Engenharia dos Materiais (EM) e da produção de Painéis Particulados (Indústria de Aglomerados).

A Fase Oficina objetivou o estudo da aplicação de três amostras diferentes do compósito moldado com três diferentes tamanhos de partículas e resina uréia-formaldeído, a fim de observar as sugestões de produtos para o material e verificar a opinião dos alunos sobre determinadas características (atributos) percebidas nas amostras obtidas na Fase Experimental. A Figura 39 descreve de forma esquemática as etapas desenvolvidas em campo:

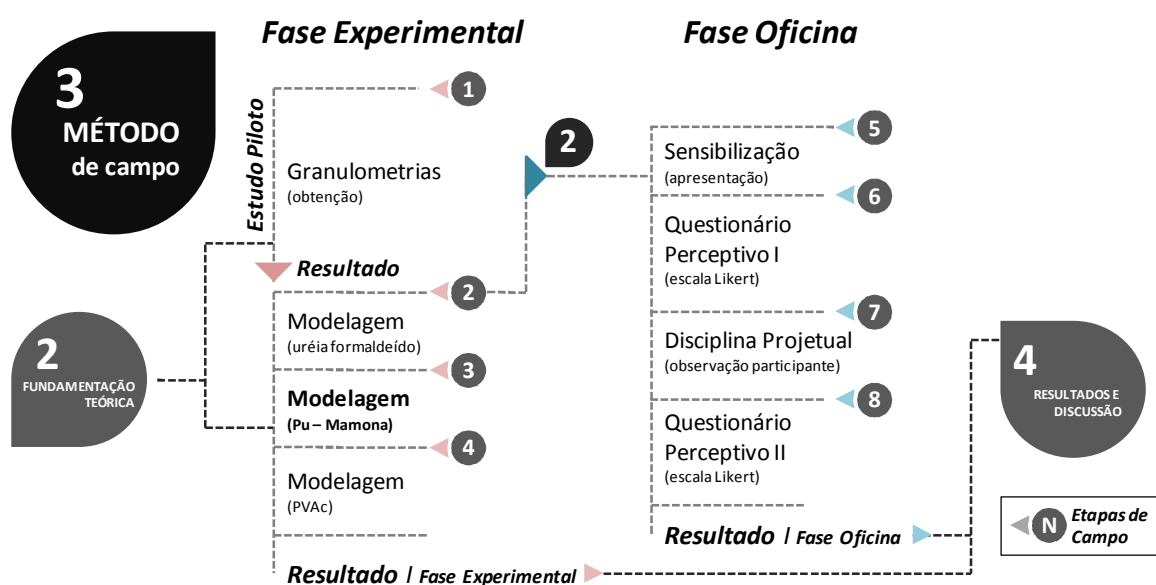


FIGURA 39. ESQUEMA DO MODELO DE PESQUISA EXPERIMENTAL

Fonte: A Autora.

4.2 PROCEDIMENTO EM LABORATÓRIO

Nesta subseção serão apresentados os materiais e equipamentos utilizados na Fase Experimental e o processo de fabricação das amostras de compósitos com fibra vegetal e resina. A escolha dos procedimentos se baseou nos produtos e critérios adotados pelas indústrias de painéis particulados, fundamentado na revisão bibliográfica.

De acordo com Pagel (1967 apud RAZERA, 2006) os processos de produção de produtos moldados de madeira podem diferir na quantidade de resina e nas características da compressão¹⁶ (Figura 40), porém no demais apresentam os ciclos de obtenção da matéria-prima e de tratamento das partículas muito similares à produção de painéis de partículas de madeira reconstituída.

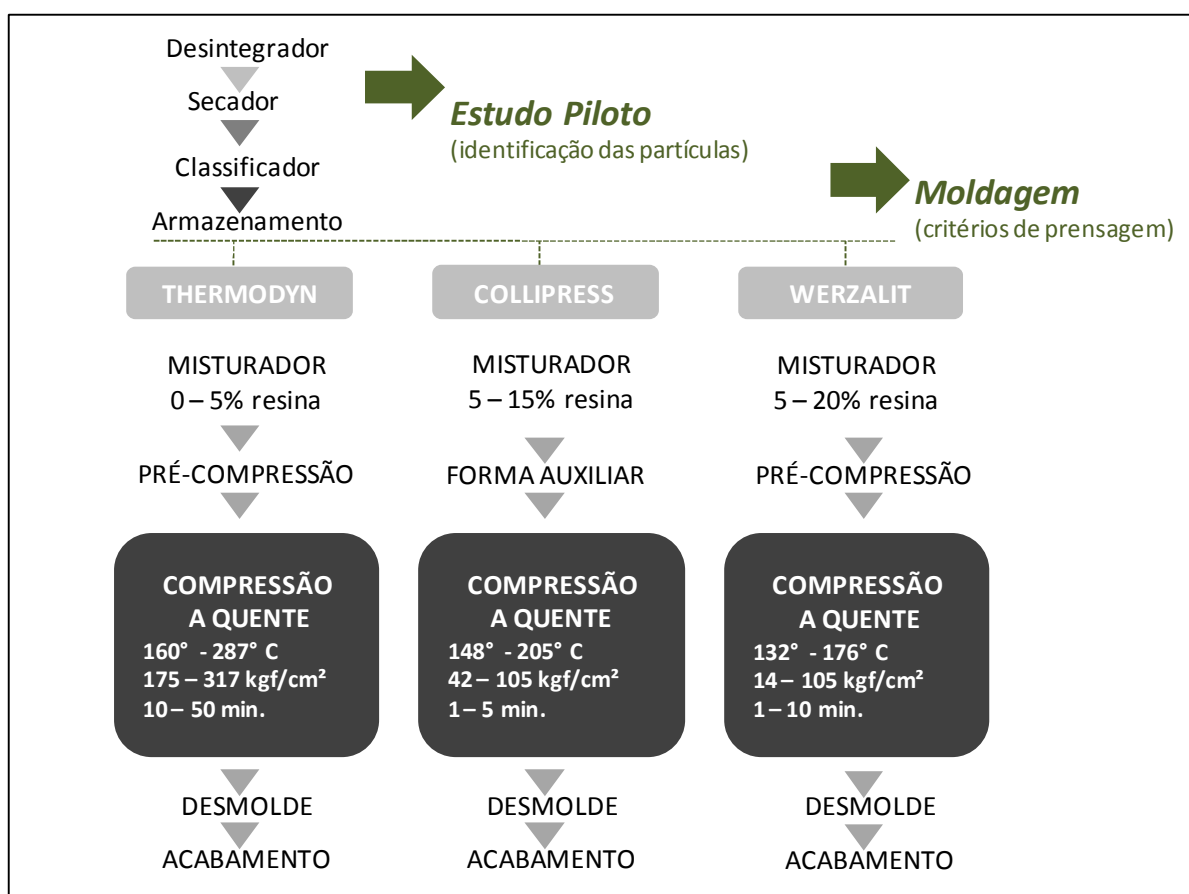


FIGURA 40. DIAGRAMA GERAL DO PROCESSO DE MOLDAGEM
Fonte: Adaptado pela autora de Pagel (1976, apud RAZERA, 2006).

Portanto os procedimentos de laboratório seguiram as sequências estabelecidas pelo diagrama, o tomando como referência no processo de moldagem dos compósitos

¹⁶ O autor menciona que os processos *Thermodyn* e *Werzalit* ocorre uma pré-compressão e no processo *Collipress* a acomodação do material é feita em uma forma auxiliar, depois sendo efetuada a compressão à quente.

4.2.1 Caracterização dos Materiais e Equipamentos da Fase Experimental

4.2.1.1 Fibra Vegetal

Para o desenvolvimento deste estudo as partículas vegetais utilizadas foram as escamas estéreis, ou falhas, provenientes do pseudofruto, ou pinha da Araucária (*Araucaria angustifolia*).

O emprego das falhas argumenta-se por sua abundância nas pinhas, em média de 40% a 50% de seu peso e por sua obtenção exigir apenas da coleta ou varrição do solo ou da retirada (debulha) da pinha.

A coleta das falhas da Araucária só ocorre no período de produção da semente, portanto entre os meses de março a setembro. Na realização deste experimento as falhas foram coletadas em agosto e outubro de 2015 para a primeira etapa do Estudo Piloto e de abril a junho de 2016 para realização da repetição do procedimento.

Pelo fato da semente da Araucária perder rapidamente sua umidade e propriedades, seu armazenamento é complexo. Um processo de armazenagem de cascas de pinhão cozido foi conduzido neste estudo, porém o material apresentou deterioração por ataque de fungos o que levou ao seu descarte.

Para o emprego das cascas do pinhão, compreendeu-se a necessidade de descasque da semente ainda crua (método proposto por Cornejo *et al.* (2014) na seção 2.4 Pinheiro-do-Paraná) por manter a variedade de coloração das cascas, além do interesse da autora deste estudo em analisar o comportamento do material em seu estado natural, sem cozimento. Contudo, infere-se que os procedimentos e resultados obtidos para as falhas podem ser similares quando empregados para a casca da semente (pinhão).

Para a realização dos procedimentos laboratoriais foram empregadas as escamas estéreis, ou falhas, coletadas em espaços públicos (bosques) na região do bairro do Campo Comprido, na cidade de Curitiba, e em propriedades rurais privadas na região de Santa Bárbara de Baixo, no município de Palmeira, Paraná (Figura 41).



FIGURA 41. a) FALHAS DA PINHA DA ARAUCÁRIA. b) FALHAS PROCESSADAS NO ESTUDO PILOTO. c) e d) MONTANTE DE FALHAS PROCESSADAS NA REPETIÇÃO DO PROCEDIMENTO
Fonte: A Autora.

Ambas as coletas foram realizadas no solo. As falhas foram submetidas aos processos de geração e classificação de partículas resultando em três amostras diferentes, sendo duas variações de tamanho e um pó de fibra.

Os procedimentos de geração e classificação de partículas foram repetidos (uma vez) a partir de falhas coletadas em propriedade privadas na região do bairro da Barreirinha e de municípios da Região Metropolitana de Curitiba (Figura 44), também coletadas no solo.

4.2.1.2 Resinas e Aditivos

As resinas empregadas nesta pesquisa, tendo em vista a delimitação inicial do estudo, foram a Uréia-formaldeído (UF) e o Acetato de Polivinila (PVAc) normalmente associadas aos procedimentos de colagem de laminados de madeira e produção de painéis.

Também foi utilizado processo de moldagem com a espuma de resina Poliuretana¹⁷ (PU) à base de óleo de mamona. Não foram empregados na Fase Experimental nenhum outro tipo de aditivo para as resinas, como os retardantes de chamas, nem a emulsão de parafina, considerando que os materiais não seriam submetidos a ensaios físico-químicos, tendo seu uso apenas para fins deste estudo.

Utilizou-se de substância desmoldante durante a etapa de conformação das amostras, pois nos procedimentos iniciais (Pré-teste) de moldagem com a resina UF o material tendeu a aderir às paredes do molde. Foram empregados como desmoldante filme de celofane, folha de alumínio, óleo e cera em pasta para pisos de madeira.

As resina UF e PVAc utilizadas são retratadas na Figura 42.



FIGURA 42. RESINAS UF E PVAc UTILIZADAS NA FASE EXPERIMENTAL

Fonte: A Autora.

A resina UF denominada pelo fabricante como Cascamite PL-2030, se classifica como uma resina com baixa emissão de formol e se apresenta como um líquido branco leitoso. A resina monocomponente a base de polivinil acetato *crosslinked* 9595-D3 utilizada neste estudo é fabricada pela AkzoNobel, também se apresenta como um líquido branco leitoso e é classificada como pronta para uso, portanto com cura rápida e de difícil espalhamento.

¹⁷A resina PU utilizada foi fornecida pela empresa Polímeros Cequil para pesquisas na área de painéis, porém o fabricante não disponibilizou dados sobre o material.

4.2.1.3 Equipamentos e materiais

Os procedimentos da Fase Experimental foram realizados no Laboratório 2 - Painéis de Madeira do Curso de Pós Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, sendo divididos nas etapas que seguem e na respectiva sequência:

1. Moagem das partículas.
2. Classificação das partículas.
3. Mistura das partículas com resina.
4. Preenchimento do molde.
5. Procedimento de prensagem.
6. Desmoldagem.

Para o processamento de moagem das partículas foi utilizado um moinho de martelos da marca Lombard, com peneira de 1". As partículas foram classificadas em uma selecionadora de partículas da marca Allgraier, com peneiras de abertura de malha de 2,3mm, 1,4mm, e 0,6mm (Figuras 43 e Figura 44).



FIGURA 43: MOINHO DE MARTELOS E CLASSIFICADORA DE PARTÍCULAS
Fonte: A Autora.



FIGURA 44: PENEIRA DO MOINHO DE MARTELO. PENEIRA DA CLASSIFICADORA DE PARTÍCULAS. DIFERENTES ABERTURAS DE MALHA UTILIZADAS

Fonte: A Autora.

Para a preparação da mistura na formação do compósito foram utilizados copos Becker de 50ml e 200ml e balança de precisão eletrônica da marca Bel Engineering para medição e dosagem dos componentes da mistura (Figura 45).



FIGURA 45: COPOS BECKER E BALANÇA DE PRECISÃO UTILIZADOS PARA DOSAGEM NA PRODUÇÃO DO COMPÓSITO

Fonte: A Autora.

Para todos os tratamentos foram empregados 100g da partícula vegetal (para cada granulometria obtida) com variação na quantidade, tipo de resina e temperatura de processamento. Os equipamentos para a moldagem do composto foram a prensa hidráulica piloto da marca Siempelkamp e prensa hidráulica manual da marca Bovenhaus (Figura 46).



FIGURA 46. MOLDE. PRENSA HIDRÁULICA PILOTO. PRENSA HIDRÁULICA MANUAL.

Fonte: A Autora.

Para ambas as prensas utilizou-se de molde (Figura 47) de alumínio fundido em molde areia e sem tratamento superficial nas faces macho e fêmea, sendo uma peça quadrada de 16cm nos lados externos e 14cm nos lados internos, 4cm de profundidade (corpo do molde) e ângulos próximos a 45° (JAREK, 2014).

Seu desenho, conforme o autor, se baseou em malhas com formas geométricas (simples) que proporcionassem flexibilidade ao uso pretendido.

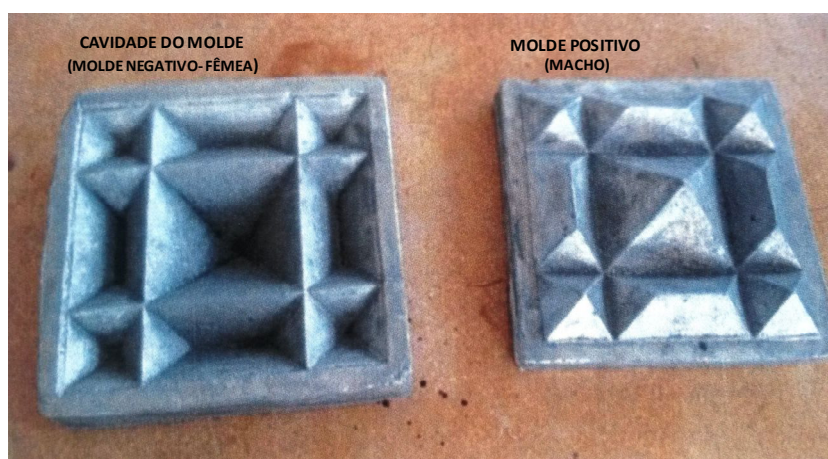


FIGURA 47. MOLDE DE ALUMÍNIO PARA MOLDAGEM POR COMPRESSÃO
Fonte: Adaptado pela Autora de Jarek (2014).

O molde possui furos para respiro dos gases gerado nos processos de prensagem, porém não apresenta pino extrator para facilitar a desmoldagem. Sua forma é tridimensional e côncava, e o produto moldado deverá apresentar dimensão quadrada de 14cm, com espessuras conforme o intervalo entre as partes do molde, e que é aproximadamente de 0,3cm.

Para o cálculo do volume da peça moldada foi considerado a soma do cálculo de cada figura tridimensional que compõe o desenho do molde subtraída do volume total do molde conforme a Figura 48:

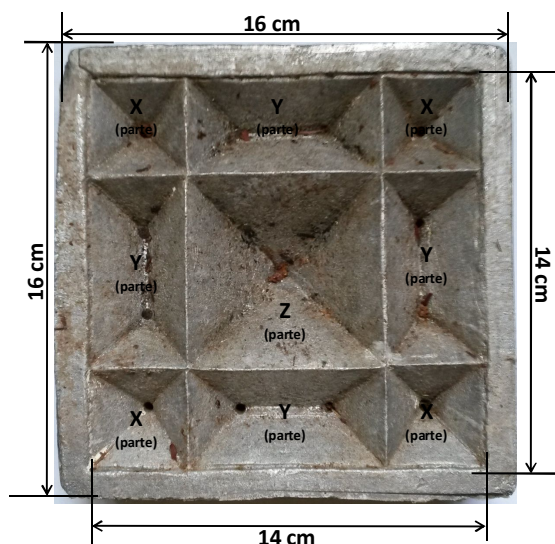


FIGURA 48: PARÂMETRO DE MEDIDA DA CAVIDADE DO MOLDE

Fonte: Adaptado pela Autora de Jarek (2014).

Portanto, a partir da medição do comprimento, largura e altura ($C \times L \times A$) de cada uma das partes tridimensionais (pirâmides), mediu-se o volume aproximado do molde:

- *Parte 'X':* 3,5 cm x 3,5 cm x 2 cm (número de repetições: 4).
- *Parte 'Y':* 7,0 cm x 3,5 cm x 2 cm (número de repetições: 4).
- *Parte 'Z':* 7,0 cm x 7,0 cm x 4 cm (número de repetições: 1).

Sendo o cálculo do volume para prismas piramidais $1/3$ do prisma de mesma altura e base, considera-se a fórmula:

$$V = \frac{Ab(\text{área da base}) \times h (\text{altura})}{3}$$

Portanto verifica-se pelo Quadro 3:

QUADRO 3. CÁLCULO DO VOLUME DO MOLDE			
PARTES DO MOLDE	X (cm ³)	Y (cm ³)	Z (cm ³)
Cálculo do volume individual	(3,5 x 3,5) x 2/3= 8,1	(7,0 x 3,5) x 2/3= 16,3	(7,0 x 7,0) x 4/3= 65,3
Número de repetições	(4 x) 8,1= 32,4	(4 x) 16,3= 65,2	(1 x) 65,3= 65,3
Cálculo do volume total do molde	(14 x 14) x (aprox.)3/3=196,0		
Total (volume aproximado da peça moldada)	196,0 - (32,4 + 65,2 + 65,3) = 33,1cm³		

Fonte: A Autora.

A peça do molde foi desenvolvida em pesquisa de mestrado sobre a reutilização de aparas de papel para o setor de embalagens, dentro do Programa de Pós-Graduação em Design da UFPR.

A opção pelo molde se deu por este apresentar características de bordas e ângulos compatíveis ao interesse deste estudo, com faces texturizadas que poderiam interferir no processo em termos de desmoldagem e de tratamento superficial, e pelo estudo da sua forma não objetivar um produto específico (o que poderia influenciar a fase de aplicação) e sim uma função.

4.2.2 Metodologia de Fabricação das Amostras

A Figura 49 apresenta de forma esquemática os procedimentos e etapas desenvolvidas durante a Fase Experimental da pesquisa e que serão descritos nas subseções seguintes.

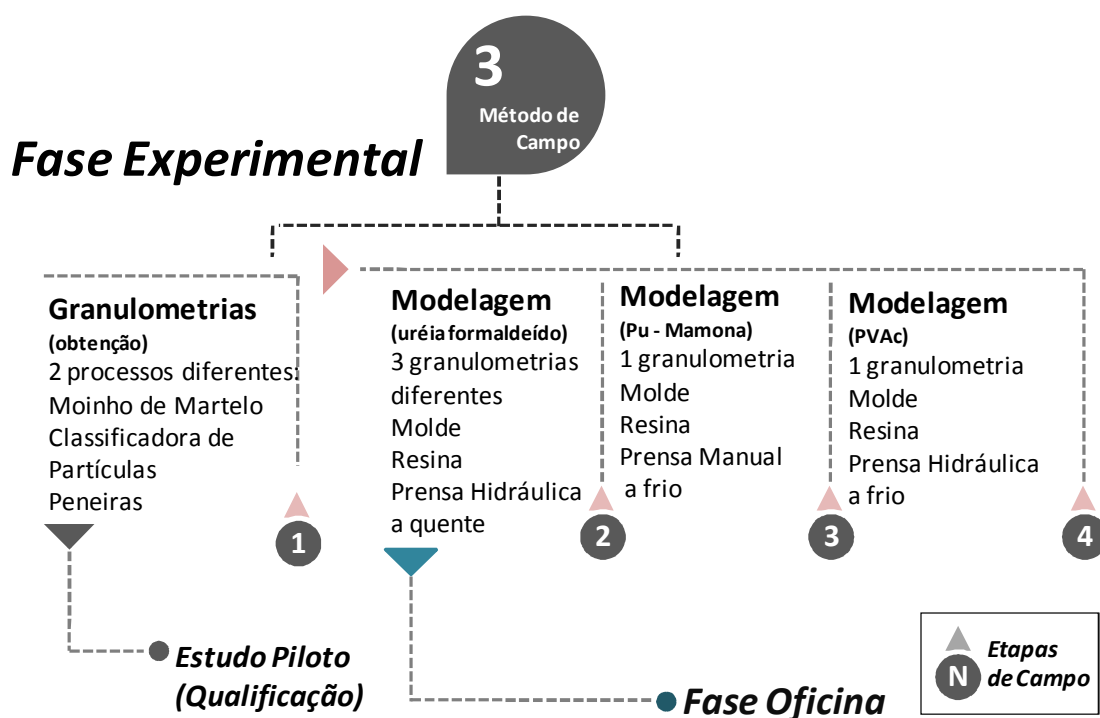


FIGURA 49: DESENHO ESQUEMÁTICO DA METODOLOGIA ADOTADA NA FASE EXPERIMENTAL

Fonte: A Autora.

4.2.2.1 Estudo Piloto

A Fase Experimental teve início em outubro de 2015 com o Estudo Piloto para a obtenção das partículas das falhas coletadas de pinhas produzidas no ano. Este procedimento teve como objetivo:

- compreender o comportamento da fibra durante os processos de moagem e classificação de partículas;
- visualizar quão homogênea as partículas se apresentavam ao fim dos processos e;
- identificar as diferentes granulometrias obtidas após classificação para o posterior processo de moldagem.

A homogeneidade da fibra é um critério fundamental na padronização das técnicas de processamento, e que além de facilitar a produtividade determina por meio de métricas seu critério de qualidade. Após a identificação das granulometrias foram definidas três diferentes dimensões de partículas, considerando:

- Quantidade total de material e perdas;

- b) Quantidade de processos de moagem e de classificação conforme característica do material;
- c) Compreensão dos elementos constituintes das partículas e como estes se apresentaram em termos de homogeneidade.

Foram utilizados aproximadamente 2kg iniciais de escamas estéreis da pinha da Araucária (falhas) para o Estudo Piloto. O material coletado para a moagem foi armazenado em caixas de papelão até o início do processo de obtenção de partículas. Após a moagem e seleção os materiais foram divididos conforme granulometrias e armazenados em embalagens plásticas, sendo mantidos em ambiente refrigerado. Os procedimentos do Estudo Piloto envolveram:

- A secagem das partículas a céu aberto e anterior ao processo de moagem.
- A geração de partículas em moinhos de martelo.
- A classificação das partículas em classificadora.

O Estudo Piloto foi repetido uma vez com a mudança de abertura de malha da peneira da classificadora a fim de se observar a ocorrência, ou não, de diferença na granulometria e geração de 'finos' (pó).

4.2.2.2 Produção e Moldagem do Compósito

Os procedimentos aqui descritos (Etapa 2, 3 e 4) envolveram a elaboração de amostras de compósitos com o resíduo da pinha da Araucária para observação dos efeitos que as variáveis independentes (formulação do compósito: granulometria, quantidade e tipo de resina, tempo e temperatura de prensagem) causam nas variáveis dependentes (moldagem: acabamento superficial, facilidade de desmoldagem, reprodução da forma e ângulos, acabamento de bordas e quantidade de material em relação ao volume moldado).

Foi estabelecido nesta etapa:

- a) realizar um pré-teste preliminar de moldagem para observar o comportamento do material durante o processo;
- b) observar a relação entre a quantidade de resina conforme as granulometrias trabalhadas;
- c) observar o comportamento do material antes e após a moldagem conforme os diferentes tipos de resina;
- d) gerar modelos moldados para cada granulometria obtida e;
- e) observar as características de desmoldagem e a qualidade de reprodução do molde e acabamento superficial dos modelos gerados.

As quantidades para a fibra vegetal e resina e os parâmetros de moldagem foram (Quadro 4):

QUADRO 4. MATERIAIS PARA MOLDAGEM DO COMPÓSITO NA FASE EXPERIMENTAL

QUANTIDADE (g)	MATERIAL
100	Fibra vegetal (para cada granulometria diferente de partículas).
12 e 24	Resina UF (uréia formaldeído – 8% sobre o peso das partículas secas).
84	Resina PVAc (Poliacetato de vinila - 50% sobre o peso das partículas secas).

Fonte: A Autora.

Para a produção do compósito, foram consideradas quatro formulações com variação no tamanho da partícula e do tipo de resina. As formulações escolhidas na Fase Experimental foram (Quadro 5):

QUADRO 5. FORMULAÇÕES DE COMPÓSITO NA FASE EXPERIMENTAL

TRATAMENTOS	AMOSTRAS	PARTICULA E RESINA (g)	TEMPERATURA (C) E PRESSÃO (Kgf/cm ²)	TEMPO (min)
1	100G1UF	G1 (100) e UF (12)	160 E 60	20
2	100G2UF	G2 (100) e UF (12)	160 E 60	20
3	100G3UF	G3 (100g) e UF (24)	160 E 60	20
4	100G2PVAc	G2 e PVAc (84)	-- E 60	60

Fonte: A Autora.

Para a mistura dos componentes, optou-se por revolver o material com as mãos até se apresentar de forma homogênea, portanto não se utilizou de encoladeira ou outro equipamento para mistura (Figura 50).



FIGURA 50. APLICAÇÃO E MISTURA DA RESINA PVAc

Fonte: A Autora.

A variação e o tamanho reduzido das partículas inviabilizaram o controle do sentido entre as partículas na disposição do material na formação do 'colchão' portanto a acomodação ocorreu de forma aleatória, buscando padronizar o procedimento (Figura 51) para todas as misturas e prensagens.



FIGURA 51 FORMAÇÃO DO "COLCHÃO" DE PARTÍCULAS NO MOLDE (EXEMPLO COM RESINA PVAc)

Fonte: A Autora.

O carregamento pra prensa a quente (Figura 52) foi realizado com o equipamento previamente ligado e o pré-aquecimento das faces macho e fêmea do molde devido às grossas espessuras de sua parede. Para a prensagem a frio do PVAc e do PU de mamona, o tempo foi o de cura (e polimerização) da resina.

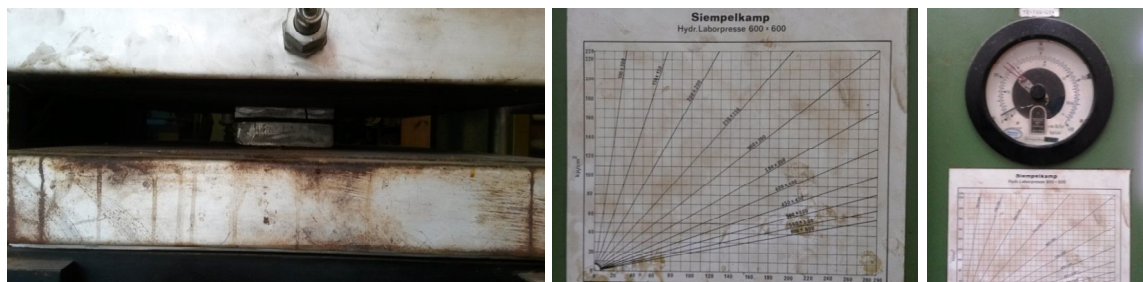


FIGURA 52. CARREGAMENTO DO MOLDE NA PRENSA PARA COMPRESSÃO DO MATERIAL

Fonte: A Autora

A desmoldagem no processo de cura com presença de calor (resina UF) ocorreu logo após a saída da prensa e sem o total resfriamento do molde. Nas etapas com as resinas com cura a frio (PVAc e PU) a desmoldagem também ocorreu diretamente à saída da prensa (Figura 53).



FIGURA 53. DESMOLDAGEM DA AMOSTRA DO COMPÓSITO (EXEMPLO COM RESINA PVAc)

Fonte: A Autora.

4.3 DESCRIÇÃO DA FASE COMPLEMENTAR: OFICINA E APLICAÇÃO

A fase complementar de campo foi denominada de Fase Oficina, tendo como objetivo verificar as características percebidas das amostras moldadas (qualidade da superfície visível e capacidade de reprodução da forma) e esboçar aplicações do material em produtos a partir de situação de projeto que referenciasse o local de origem da matéria-prima empregada.

O modelo desta fase e suas etapas são representados através da Figura 54:

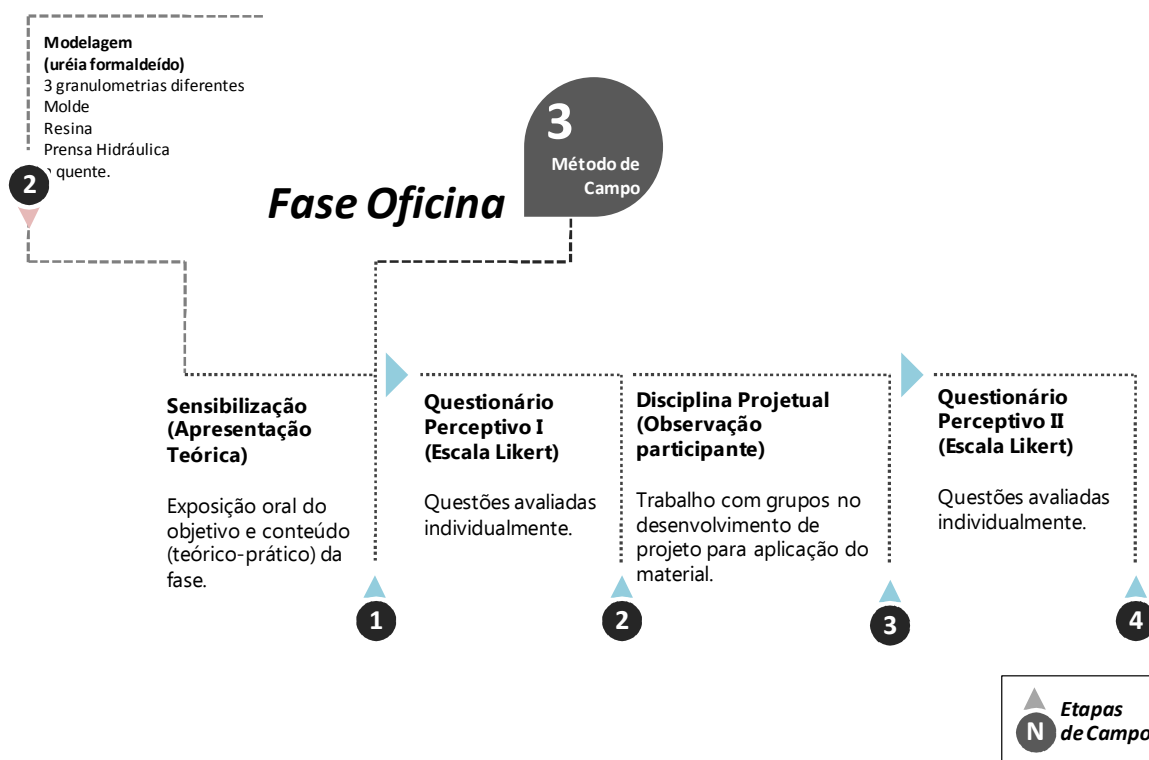


FIGURA 54. ESQUEMA DO MODELO DE PESQUISA DA OFICINA

Fonte: A Autora.

Para estruturar a sua realização, partiu-se da concepção do termo de acordo com o dicionário Larousse (2004), onde oficina é o "*lugar que trabalham operários e artesões ou qualquer local de trabalho onde se exerça um ofício*".

Para Mourão (2009) a oficina vem a significar "*aplicar uma atividade que promova o conhecimento em curto tempo, onde aprendizado e prática são executados no ambiente sugerido*", assim demonstrando outra acepção aceita, a de oficina pedagógica.

Para Figueirêdo *et al.* (2006) a metodologia para a realização de uma oficina inicia-se pelo entrosamento e conhecimento mútuo entre os participantes, com posterior reflexão e debate e o compartilhamento e troca de saberes, e que tratam de temas específicos do grupo, de modo que possam refletir sobre a realidade individual e coletiva. Para os autores, "*a oficina pedagógica*

possibilita um processo educativo composto de sensibilização, compreensão, reflexão, análise, ação e avaliação".

Para Candau e Sacavino (2008), a abordagem metodológica na construção da oficina precisa privilegiar *"estratégias ativas [...] e processos que articulem teoria e prática, elementos cognitivos, afetivos e envolvimento em práticas sociais"*, tendo em vista sempre que cada proposta de trabalho será sempre diferente e de acordo com o grupo participante.

A oficina de aplicação do compósito foi realizada como parte das atividades da Disciplina de Projeto do Produto I - OD511 (Matriz Curricular no ANEXO), nas dependências do departamento do curso de graduação em design (sala de aula) da Universidade Federal do Paraná. Ao todo, a formação de bacharelado da instituição é de quatro anos.

Os participantes da oficina foram:

- 23 (vinte e três) alunos de graduação em design de produto (amostragem).
- 1 (um) professor colaborador da oficina (participante em todas as etapas).
- 1 (um) professor da disciplina (participante na avaliação das propostas finais).
- 1 (uma) pesquisadora (autora deste estudo).
- 3 (três) profissionais (designers).

A opção por realizar esta fase da pesquisa com grupo de acadêmicos de 1º ano constituiu-se pelos aspectos favoráveis e desfavoráveis em relação ao conhecimento das técnicas de manufatura de produtos. Neste período da formação, os alunos ainda não iniciaram as disciplinas de fabricação e materiais, que ocorrem a partir do 2º ano do curso.

Porém considerou-se que a falta do conhecimento específico às técnicas de fabricação e características dos materiais poderia auxiliar no desenvolvimento de ideias originais, evitando assim os modelos preconcebidos de produtos e que apenas repetem as configurações já ofertadas pelo mercado, porém, por outra perspectiva, o não conhecimento das técnicas poderia levar a resultados que apresentassem problemas de acabamento, finalização e aplicação, a atividade fim desta fase de campo.

A abordagem metodológica envolveu quatro momentos, ou etapas, iniciando pela apresentação da autora da pesquisa e os conteúdos que balizariam o desenvolvimento dos produtos, neste caso:

- a) o uso de resíduo vegetal na produção de novos objetos;
- b) a relação entre design e materiais;
- c) as características e resultados de moldagem pelo processo de compressão e;
- d) como este conjunto de fatores pode contribuir com a manutenção da espécie vegetal estudada.

A etapa também foi composta pela apresentação de conceitos teóricos relativos ao processo projetual e cronograma da proposta, realizada pelo professor colaborador. Nesta etapa introdutória foram também apresentados fatores de mercado referentes aos produtos locais e que utilizam como referência criativa a cultura material da cidade de Curitiba e o reaproveitamento de materiais (*upcycling*), o que ocorreu com a participação de três profissionais.

A *Etapa 6* envolveu a aplicação de questionário para verificação dos conteúdos tratados (se foram compreendidos pelo grupo), assim como as suas percepções sobre as amostras do material compósito desenvolvido, que foram distribuídas para apreciação dos acadêmicos.

Em ambas as etapas de aplicação, os questionários foram auto-administrados, ou seja, foi fornecido diretamente ao participante e respondido por ele (SAMPIERI, COLLADO e LUCIO, 2006).

A *Etapa 7* se destinou somente ao desenvolvimento das propostas e ocorreu com a participação do professor colaborador em um total aproximado de 8 horas.

Por fim a *Etapa 8*, a partir das ideias geradas, desenvolvidas e apresentadas, foi aplicado novo questionário para verificar como os aspectos visuais da superfície das amostras do compósito e o aspecto local da espécie vegetal interferiram nas escolhas de projeto.

Sendo assim, a coleta de dados da Fase Oficina ocorreu por meio de questionário e em dois momentos distintos e com uma amostragem de 23 alunos. A disciplina apresentava em lista o total de 37 alunos, porém só foram tabuladas as respostas dos alunos que participaram das duas etapas de questionário (I e II), o que era verificado pelo número do (a) código participante (auto-preenchido na folha de respostas). Desta forma preservou-se a identidade dos integrantes, considerando que as características pessoais não faziam parte dos critérios tratados nesta pesquisa.

A sugestão de 12 produtos ao fim da atividade correspondeu aos resultados alcançados pelo grupo de trabalho e durante as etapas da oficina. A composição dos grupos era em número de oito (8) duplas e quatro (4) trios, sendo que cada grupo possuía um (1) ou mais respondentes dos questionários individuais. O total de alunos no desenvolvimento das sugestões de produtos foi de 28 participantes.

A oficina teve duração de 20 horas entre apresentação oral do pesquisador, dos convidados, do professor colaborador, aplicação de questionários, desenvolvimento das propostas e sugestão de produtos.

4.3.1 Sensibilização e contextualização do conteúdo

No curso de graduação onde ocorreu a oficina os projetos das disciplinas são iniciados e finalizados a cada semestre, portanto e de acordo com o conteúdo programático, os alunos haviam

finalizado um projeto no semestre anterior e dariam início à nova proposta, no 2º semestre do primeiro ano.

A Oficina de aplicação do compósito ocorreu então antes das especificações do 2º projeto acadêmico, sendo que sua realização não fazia parte das atividades específicas desta fase da formação, assim como não ocorreu juntamente à outras disciplinas e práticas de Projeto.

Enfatiza-se que a proposta da oficina delimitava o desenvolvimento de produtos a partir de um material e processos específicos, portanto critérios de projeto que já estavam estabelecidos, e que de acordo com Damazio (2006) a proposta partia de definições da situação de projeto quanto à matéria-prima e processo de conformação. Portanto a fase de escolha do material não necessitaria ocorrer durante o processo.

Contudo, nas situações em que os grupos sugeriam a combinação entre materiais ou impedimentos de moldagem pelo processo de compressão, era feita a argumentação sobre as possíveis condicionantes, como uniões, dificuldade de desmontagem, e desmoldagem pela autora deste estudo.

Esclarece-se que a Autora da pesquisa não assumiu o papel de orientadora dos projetos, por haver um participante responsável pela atividade (professor colaborador), porém esteve presente em todas as etapas e orientações, se ocupando em apresentar os conteúdos de seu estudo de mestrado, esclarecer as dúvidas quanto ao material e processo e reproduzir a dinâmica de atividades por meio de anotações, gravações de áudio e relato fotográfico

Desse modo adotou-se a técnica de observação participante, que possibilita ao pesquisador a coleta de dados através da sua participação nas atividades cotidianas do grupo estudado (BECKER, 1994).

Segundo Fernandes (2011) esta modalidade de pesquisa, originada na antropologia, constitui-se do levantamento de informações que ocorrem através dos sentidos humanos (olhar, palavras, cheiros) entre o pesquisador e os sujeitos observados inseridos no contexto dinâmico em que vivem.

Para o autor a técnica exige do pesquisador o uso de recursos variados, como a curiosidade, a criatividade, o rigor metodológico a partir da adoção de um tipo de raciocínio que leve em conta a pluralidade do ambiente e sujeitos, necessitando o pesquisador respeitar os códigos de conduta do ambiente observado. As informações levantadas também precisam ser registradas em um *diário de campo*, através de anotações ou recursos tecnológicos (FERNANDES, 2011).








A apresentação da pesquisa ao grupo de alunos ocorreu com o auxílio de aparelho de audiovisual para projeção de imagem (*datashow*) através de *slides*, esclarecendo oralmente o objetivo

da pesquisa e a atribuição da oficina como procedimento para coleta de dados observados e levantados durante as etapas.

A apresentação continha imagens e palavras-chaves sobre as definições da situação de projeto e que foram estabelecidas a partir do recorte da fundamentação teórica desta pesquisa

O Quadro 6 apresenta a sequência dos *slides* e os conteúdos que foram oralmente apresentados.

QUADRO 6. SLIDES E CONTEÚDOS APRESENTADOS AOS ALUNOS NA FASE OFICINA

SLIDES	CONTEÚDOS
 <p>01/09</p> <p>TÍTULO DA PESQUISA Aplicação do resíduo da pinha da Araucária no design de produtos moldados. PPGDesign UFPR</p> <p>Método investigativo para avaliar o emprego de novo material no design de produtos.</p>	<p>Apresentação pessoal da pesquisadora, linha de pesquisa e título da dissertação. Objetivo da atividade como método investigativo sobre a opinião dos alunos (amostragem) e sugestão de produtos. Etapas e abordagens da apresentação.</p>  <p>02/09</p> <p>CONTEXTUALIZAÇÃO [ESPECIE VEGETAL, MATERIAIS, CONFORMAÇÃO] AVALIAÇÃO DO MATERIAL [QUESTIONÁRIOS] CONTEXTUALIZAÇÃO [MERCADO, VALOR LOCAL] PROPOSTA DE PRODUTOS</p> <p>ETAPAS DO PROCEDIMENTO</p>
 <p>03/09</p> <p>A Araucária <i>Araucaria angustifolia</i> Mata Atlântica FOM</p> <p>04/09</p> <p>Valorização da espécie como árvore frutífera</p> <p>Contexto da Cadeia Extrativista</p>	 <p>05/09</p> <p>Classificação da floresta com Araucária e localização, aspectos legais e a extinção da espécie. Valorização do pinhão como subproduto extrativista e aplicação de seu resíduo. Aspecto teórico sobre o design e os materiais utilizando de mesma forma e função com diferentes materiais (atributos).</p>
 <p>06/09</p> <p>"Grow it yourself" feitos com o material Mushroom® elaborado a partir de fungos e resíduos agrícolas</p>  <p>07/09</p> <p>O designer Muji Yamamoto e a linha Gravity, com base em processo artesanal e o uso de biocompósitos.</p>	<p>08/09</p> <p>Bernardita Marambio e a linha DEMODÉ a partir de resíduos da indústria têxtil</p>  <p>Exemplos de casos reais sobre o desenvolvimento de materiais e sua aplicação em produtos com seus respectivos processos de conformação. A interferência do designer neste processo. Etapas do processo de conformação.</p>



requisitos

- resíduo vegetal +
- contexto local =
- novo material +
- compressão +

Requisitos referentes à sugestão de produtos para o procedimento investigativo e que precisariam ser conduzidos de forma a se obter validade dos resultados apresentados.

p e r c e p ç ã o

09/09

Fonte: A autora

Após a apresentação dos conteúdos e requisitos para o desenvolvimento das propostas, os alunos foram convidados a debulhar uma pinha (Araucária) e interagir com o material (Figura 55).



FIGURA 55. SENSIBILIZAÇÃO COM A DEBULHA DA PINHA DA ARAUCÁRIA

Fonte: A Autora.

Neste momento os alunos puderam constatar a forma que se origina a falha e sua diferença em relação aos pinhões, surgindo perguntas quanto à cor e odor que o material apresentava, já que a pinha estava em estágio avançado de maturação, esclarecendo a característica de rápida perda de

propriedades que o pseudofruto possui. Com a debulha foi possível identificar os componentes da pinha e quais foram usados no estudo.

Após a apreciação da amostra vegetal foi disponibilizada aos alunos a análise das amostras granulométricas do resíduo e das amostras de compósito com a resina UF.

Neste momento os alunos puderam também avaliar o molde de conformação das amostras e o livro *O Pinhão na Culinária* que foi desenvolvido em pesquisa da Embrapa Paraná com a participação desta autora na coordenação do projeto gráfico, e de onde partiu o interesse pelo estudo da espécie *Araucaria angustifolia* no design de produtos. Esta fase da oficina é relatada por meio da Figura 56.

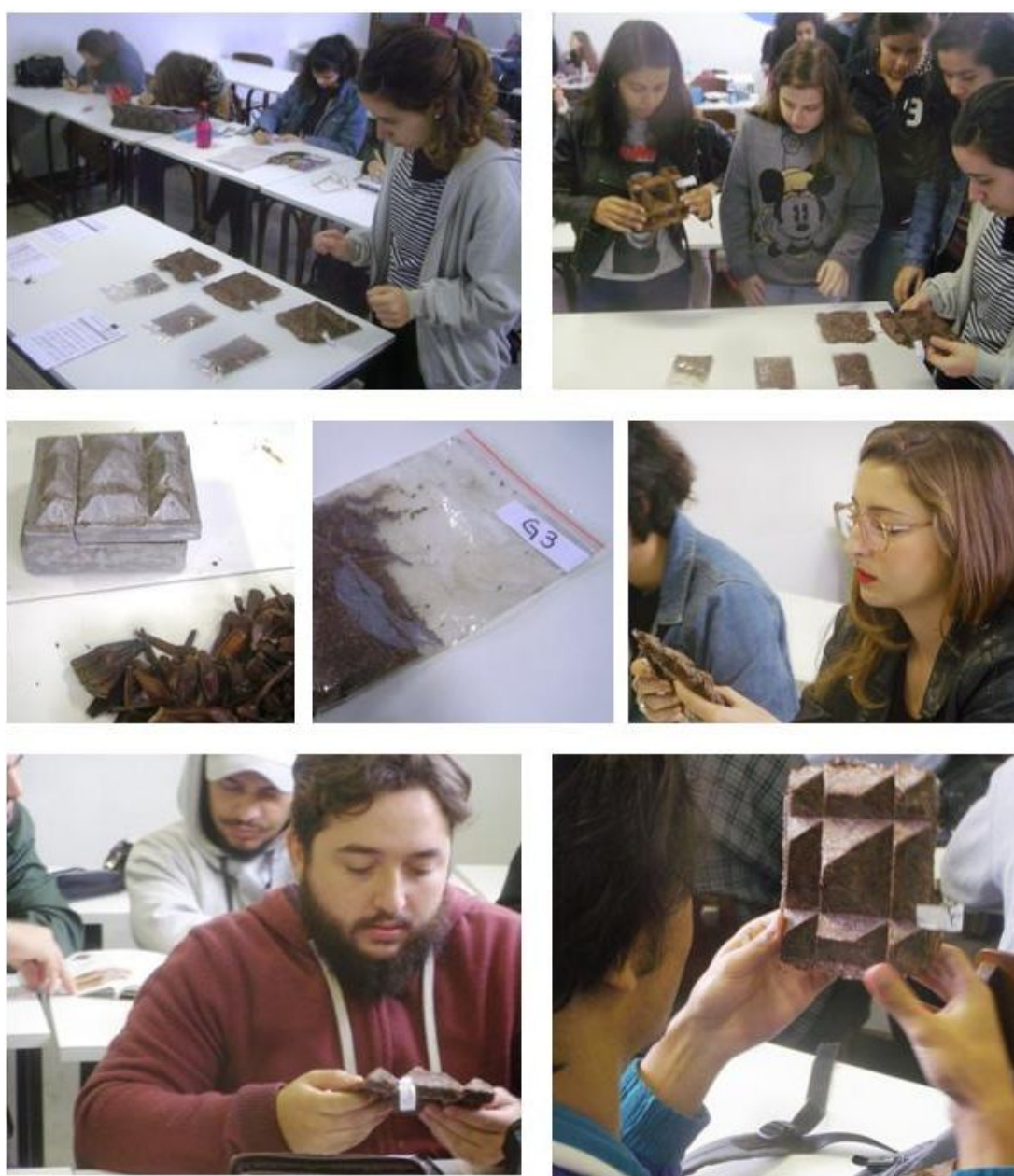


FIGURA 56: APRECIAÇÃO DAS AMOSTRAS DE MATERIAL PELOS PARTICIPANTES
Fonte: A Autora.

Nesta etapa os participantes puderam trocar informações quanto suas percepções em relação aos materiais analisados e esclarecer dúvidas (e curiosidades) quanto à conformação e partículas. O Questionário Perceptivo I foi aplicado ao fim deste momento (Figura 57) com a solicitação dos procedimentos:

- preenchimento do código de aluno;
- que as questões deveriam ser respondidas individualmente;
- que não houvesse troca de informações ou comunicação entre os participantes;
- que não se levantassem da carteira para receber ou entregar a folha de questionário, sendo a tarefa realizada pela pesquisadora e;
- que as respostas deveriam representar a opinião pessoal do aluno quanto às amostras observadas para posterior verificação neste estudo, portanto não fazendo parte de nenhum processo avaliativo para a disciplina na qual a oficina se desenvolveu.



FIGURA 57: PREENCHIMENTO QUESTIONÁRIO PERCEPTIVO I

Fonte: A Autora.

Após o preenchimento e entrega dos questionários preenchidos, ocorreu o intervalo da atividade com a posterior apresentação do professor colaborador com a definição da temática do projeto, o desenvolvimento de *souvenirs*¹⁸.

A sugestão da temática foi trazida pelo professor pela prerrogativa de possibilitar o contexto de uma variedade de produtos, normalmente de pequeno porte (sazonalidade do resíduo), com conformação possível por compressão, e por fazer referência à localidade.

A temática já havia sido trabalhada pelo professor com outros grupos e envolvia, além do desenvolvimento do *souvenir*, a proposta de comunicação que remetesse à cidade de Curitiba, contudo, esclarece que a temática *souvenirs* já havia sido sugerida por outros pesquisadores do Programa PPGDesign (UFPR) e pelo orientador desta pesquisa de mestrado.

Desta forma, a primeira etapa da Fase Oficina objetivou apresentar a pesquisa de mestrado ao grupo participante, de forma que os conteúdos e requisitos do projeto e do procedimento

¹⁸ A palavra *Souvenir* traduzida do francês tem o significado de memória e se refere a um objeto com características típicas de uma localidade e adquirido como lembrança de viagem (LAROUSSE, 2004).

investigativo ocorressem junto à apreciação das amostras e do pseudofruto da espécie vegetal, a troca de informações e aplicação do questionário I.

Esta etapa introdutória com a apresentação e definição da proposta encerrou com a palestra de quatro designers que trouxeram ao grupo a perspectiva do mercado e da produção local, sendo dois destes profissionais (*Nexo Design* e *Suiane Maria*) com participação do *Sou Curitiba Souvenirs*, programa do Sebrae (Serviço Brasileiro de Apoio as Micro e Pequenas Empresas) que visa através da economia criativa¹⁹ "o fomento e desenvolvimento de souvenirs como oportunidade de empreendimento para produtores locais" (SEBRAE, 2016).

Participaram também designers representantes de empresa *Yê* que fabrica bolsas e acessórios de moda com o conceito de *upcycling*. A apresentação das empresas é demonstrada por meio da Figura 58:



FIGURA 58. PALESTRA DE PROFISSIONAIS DURANTE A OFICINA DE APLICAÇÃO DO COMPÓSITO
Fonte: A Autora.

4.3.2 Coleta de Dados

A técnica de coleta de dados por questionário consiste na elaboração de um conjunto de questões relacionadas a uma ou mais variáveis que o pesquisador deseja investigar (SAMPIERI, COLLADO e LUCIO, 2006).

Para Jones (1992) a coleta de informações por questionário é pertinente quando se deseja identificar as decisões de design que são influenciadas pelas respostas do questionário e quais tipos de informações são fundamentais na tomada de decisão.

Utilizou-se nesta fase do estudo de questionário com questões fechadas e que são fáceis de serem analisadas, exigindo também menor esforço e tempo do participante, considerando que

¹⁹ Economia criativa é o termo utilizado para nomear modelos de negócio que se originam em atividade, produto ou serviço desenvolvidos a partir da criatividade ou conhecimento intelectual, normalmente de setores culturais, moda, design, música e artesanato, como também tecnologias e inovações (softwares e jogos eletrônicos) (SEBRAE, 2016).

questionários que duram mais de 35 minutos podem ser tediosos de serem respondidos (SAMPIERI, COLLADO e LUCIO, 2006).

Ao todo os questionários foram formados por 14 questões fechadas e com uma última questão em forma de pergunta de ação, tendo em vista, conforme Marconi e Lakatos (2010) que este tipo de pergunta envolve a "*atitude ou decisão tomadas pelo indivíduo*". Segundo as autoras este tipo de questão deve ser objetiva e redigida com cuidado, pois podem gerar desconfiança por parte do respondente (interferência).

Os questionários foram aplicados durante a oficina ao fim das etapas de apresentação do conteúdo e sensibilização e apresentação das propostas de produtos, e além de possibilitar o acesso aos dados investigados nesta fase, permitiu ao pesquisador ter ciência da compreensão dos conteúdos pelo grupo de alunos participantes, o que era determinante para o desenvolvimento da proposta e confiança nas respostas obtidas.

A primeira etapa de questionários foi realizada por meio de três (3) folhas (o participante deveria responder a 1ª folha para receber a 2ª e assim posteriormente), contendo doze (12) questões e necessitando de 20 minutos para serem respondidas e recolhidas.

As questões destes questionários buscavam verificar:

- a) A opinião quanto ao comportamento das amostras em relação à reprodução da forma do molde e atributos perceptivos.
- b) A opinião quanto à valorização da espécie vegetal na aplicação em produtos.

A segunda etapa do questionário foi realizada por meio de folha única, com duas (2) questões fechadas e sendo a terceira e última uma pergunta para descrição da atitude de aplicação do material por parte do aluno.

As questões foram respondidas e recolhidas em aproximadamente 20 minutos. Ambos os questionários tiveram amostragem de 23 alunos. No último questionário aplicado as questões e a pergunta buscavam verificar:

- a) Decisões de projeto quanto às diferentes partículas.
- b) A descrição de uso da aplicação do material e do processo (pergunta).

Para Sampieri, Collado e Lucio (2006), a desvantagem do questionário com questões fechadas se dá pelo fato de que nenhuma das respostas pode expressar com exatidão o que o participante tinha em mente, com isto, fez-se uso da escala tipo *Likert*, que mede as variáveis que constituem a atitude (predisposição ou comportamento que temos sobre os objetos e situações) do participante.

A escala *Likert* basea-se num "*conjunto de itens apresentados em forma de afirmação*", onde o participante escolhe por um dos pontos da escala e que melhor manifeste sua opinião. Os pontos

utilizados no questionário variaram entre: -2=discordo totalmente e 2=concordo totalmente, sendo 0=indiferente. O uso pela técnica possibilitou quantificar os dados qualitativos da pesquisa.

Para a análise dos questionários fez-se uso de inferência estatística com teste de hipótese (Teste Z), metodologia estatística que permite que o pesquisador determine se a hipótese é coerente com os dados obtidos, sendo coerente se torna aceitável como parâmetro (SAMPIERI, COLLADO E LUCIO, 2006). A distribuição normal foi de 0,5 (entre hipótese e hipótese nula). Também foram utilizadas as metodologias estatísticas de média aritmética simples e análise descritiva.

4.3.3 Desenvolvimento das propostas

A etapa de desenvolvimento ocorreu em dois dias distintos levando ao todo 8 horas de atividades em sala de aula, sendo posteriormente as propostas apresentadas e avaliadas oralmente (5 horas) pela pesquisadora, professor colaborador da oficina e professor da disciplina.

O cronograma de trabalho foi exposto pelo professor colaborador, conforme a Quadro 7.

QUADRO 7. CRONOGRAMA DAS ATIVIDADES DA OFICINA

HORÁRIO	2/8/16 5 HORAS	9/8/16 5 HORAS	16/8/16 5 HORAS	23/8/16 5 HORAS
7:30 - 8:30	Conteúdo, objetivo e requisitos para a oficina.	Apresentação dos Profissionais		Apresentação Final.
8:30 - 9:30	Sensibilização.	INÍCIO ATIVIDADE DOS ALUNOS	2ª Apresentação Ideias.	a). Apresentação digital.
9:30 - 10:00	Avaliação perceptiva das amostras.		a). Propostas de produtos.	b). Apresentação oral.
10:30 - 11:30	Questionário Perceptivo I.	1ª Apresentação levantamento das referências visuais.	b). Desenhos e esboços.	c). Modelo de aparência.
	Conceitos e definição de projeto.	Cultura material da cidade de Curitiba (arquitetura, arte, fauna, etc.).	c). Geração de modelos volumétricos para estudo.	TÉRMINO ATIVIDADE DOS ALUNOS
11:30 - 12:30			Orientação e debate com grupos.	Questionário Perceptivo II.

Fonte: Adaptado pela Autora dos relatos da Fase Oficina.

A partir do mapeamento destas imagens e de sondagem sobre o mercado de produtos para *souvenirs* (atividade realizada pelos alunos), iniciaram-se os exercícios de criação de esboço das propostas e debate de ideias com o professor. As atividades e materiais gerados nesta fase de trabalho são apresentados por meio da Figura 60:



FIGURA 60. ATIVIDADE DE DESENVOLVIMENTO DE ESBOÇOS E MODELOS
Fonte: A Autora.

O último dia da oficina foi utilizado para a apresentação do projeto de *souvenirs*, onde cada grupo deveria seguir o roteiro estipulado pelo professor colaborador. Ao término de cada apresentação ocorria a avaliação e comentários dos professores e da autora deste estudo.

Desta forma finalizou-se a atividade do método complementar para proposta de aplicação do compósito com os agradecimentos aos alunos que contribuíram com os dados da pesquisa e sugestões de produtos e aos professores que cooperaram voluntariamente para a conclusão da atividade.

Os resultados da Fase Experimental assim como os da Fase Oficina, juntamente às sugestões de produto para a aplicação do compósito com fibra vegetal proveniente da pinha da Araucária são apresentados no capítulo 4. Resultados e Discussão deste documento.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nesta pesquisa são relatados e discutidos neste capítulo em conformidade à revisão bibliográfica e aos procedimentos de campo. O esquema representado pela Figura 63 dispõe a forma como os fundamentos, a partir do problema e objetivo da pesquisa, foram organizados de modo que permitissem visualizar a elaboração do método que conduziria à obtenção dos resultados:

5.1 ESTUDO DA GRANULOMETRIA

A primeira etapa do método é compreendida como fundamental para o início do trabalho foi a transformação das escamas estéreis da pinha da Araucária em partículas. Os procedimentos para sua realização foram retirados dos fundamentos da produção de painéis particulados (indústria de painéis/produtos de madeira aglomerada), partindo da suposição que o emprego de partículas maiores poderia indicar mais claramente (diferir) que a matéria-prima transformada é de origem natural, como se observa nos painéis MDP e OSB, e com características específicas da espécie, como a cor e as dimensões das partículas.

Esta condição de diferenciação percebeu-se contrária na observação dos produtos feitos a partir do plástico-madeira e que utilizam de pós (finos) em sua composição, fornecendo à superfície visível a aparência uniforme de um material plástico, sendo que em grande parte as misturas desta categoria de compósitos apresentam maior porcentagem de resinas em sua formulação, sendo que o pó de madeira é adicionado como carga de enchimento (YAMAJI, 2004).

Elucida-se que por meio do levantamento teórico sobre a espécie *Araucaria angustifolia* e com a constatação dos componentes da pinha e de suas respectivas quantidades a opção pelo uso das escamas estéreis (falhas) foi delimitada.

As tentativas durante a pesquisa de armazenamento das cascas cozidas de pinhão demonstraram a rápida deterioração do material, além da necessidade de atividades secundárias como a retirada de restos da semente, o que também contribuiu na delimitação pela escamas estéreis.

Na observação do solo durante a coleta do material percebeu-se também que dificilmente encontra-se o pinhão, o que provavelmente ocorra devido ao interesse e hábitos de consumo, porém é sempre grande a quantidade das escamas próximas a área de queda da pinha, sendo um material que tende a permanecer no solo como rejeito orgânico nas áreas plantadas.

Portanto a partir destas observações delimitou-se o uso das falhas para o início do método de campo, não havendo procedimento com o emprego da casca do pinhão.

O estudo granulométrico das escamas estéreis (falhas) da pinha da Araucária ocorreu por meio de dois momentos da pesquisa, ambos no Estudo Piloto e com a alteração no número de moagens e na malha das peneiras da classificadora de partículas, a fim de verificar as granulometrias mais adequadas para serem processadas com as resinas.

5.1.1 Estudo Piloto

Após a coleta ao solo o material foi lavado em água corrente e disposto aleatoriamente (estendido) em lona a céu aberto, onde era revolvido para secagem uniforme sendo depois armazenado e fechado em embalagens plásticas até o início dos demais procedimentos, que foram adotados segundo Iwakiri (2005).

5.1.1.1 *Geração das Partículas*

Nos processos industriais com toras de madeira, existe uma redução primária em picadores para transformá-las em cavacos, e posteriormente em partículas por meio de moinhos. Devido às dimensões da matéria-prima lignocelulósica estudada, não há a necessidade do processo de redução primária, sendo realizada a direta moagem no moinho de martelos.

É a partir da geração das partículas que se estabelece sua dimensão granulométrica, sendo definidos o comprimento, a largura e a espessura da fibra vegetal e que irá interferir nas propriedades mecânicas, nas características superficiais e de borda e aplicação da resina.

A geometria da partícula interfere na área de contato entre elas e no respectivo consumo de resina (relativo por área das partículas), considerando que as fases de moldagem a aplicação do adesivo ocorrem de acordo com a relação de adesão com as partículas obtidas.

No 1º procedimento do Estudo Piloto as escamas estéreis foram moídas uma única vez, devido à quantidade de pó gerado e a preocupação com a perda do material.

A redução da dimensão do material deve considerar o seu teor de umidade, já que teores baixos dificultam o controle da geometria das partículas gerando grande quantidade de pó (maior número de finos).

A moagem do material no moinho de martelos utilizou de peneira com furo de 1", procurando diminuir a produção de pó o que resultou em um material de aspecto heterogêneo em termos de dimensão entre as partículas, conforme demonstrado pela Figura 61:



FIGURA 61. FINOS E PARTÍCULAS GERADOS NA MOAGEM EM MOINHO DE MARTELO
Fonte: A Autora.

5.1.1.2 Classificação das partículas

O processo de classificação determina as dimensões aceitáveis para a produção de produtos, removendo as impurezas e o pó fino gerado.

No 1º procedimento do Estudo Piloto as escamas estéreis moídas foram submetidas duas vezes à classificadora de partículas. Primeiramente em peneira com abertura de malha fina (0,6mm) para retirada do pó, sendo que o material resultante foi novamente selecionado em peneira com abertura de malha maior (1,4mm) (Figura 62).

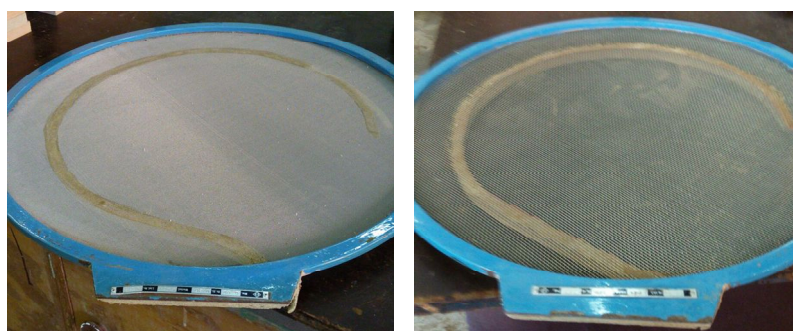


FIGURA 62. MALHAS DA CLASSIFICADORA PARA RETIRADA DE FINOS E SELEÇÃO DE PARTÍCULAS
Fonte: A Autora.

A seleção das partículas se dá pela abertura da malha da peneira, portando ao fim desta etapa o material se dividiu entre as que passaram pela malha (as partículas menores que a abertura da

peneira) e as que ficaram retidas nesta (partículas do mesmo tamanho ou maiores que abertura da peneira).

O fim do processo de classificação resultou em três diferentes amostras granulométricas das escamas estéreis da pinha da Araucária. O material foi então embalado de acordo com a heterogeneidade das partículas, conforme demonstrado pela Figura 63:



FIGURA 63. MONTANTE INICIAL DO MATERIAL PARA MOAGEM E PARTÍCULAS SELECIONADAS.
Fonte: A Autora.

As amostras foram denominadas de G1, G2 e G3, onde a primeira se refere às partículas obtidas que apresentaram a maior dimensão. Através da amostra G1 pode-se constatar a heterogeneidade entre as partículas conforme diferentes elementos que compõe as escamas estéreis da pinha da Araucária.

A Amostra G2 apresentou a dimensão intermediária, menor e mais homogênea se comparada com a G1, porém ainda visível a presença dos elementos que compõe as escamas estéreis e a amostra G3 se apresentou como um pó, no entanto com a presença de algumas lascas de partículas maiores e de espessura fina.

Portanto os resultados verificados no 1º procedimento foram:

- a) A necessidade de maior umidade para partículas na moagem, a fim de diminuir a geração de pó no processo, considerando o teor até 12%.
- b) O pó gerado durante a moagem interfere no trabalho dos operadores (ambiente insalubre) e oferece os riscos próprios a este tipo de material (incêndio).
- c) A importância de se adotar dois processos de moagem para comparação dos resultados em termos de partículas menores e mais homogêneas.
- d) Que as partículas obtidas, independente da heterogeneidade, se apresentaram condizentes em termos de dimensão para os processos de moldagem.

- e) Que as partículas das escamas estéreis apresentam componentes específicos ao material e que não são totalmente triturados, o que irá interferir na área de contato entre elas (aplicação da resina e ensaios de resistência) e superfície dos produtos, inferindo que o mesmo resultado poderá ocorrer no emprego da casca da semente, conforme apresentado na Figura 64:



FIGURA 64. COMPONENTE DAS ESCAMAS ESTÉREIS QUE FORMAM A HETEROGENEIDADE ENTRE DIMENSÕES DE PARTÍCULAS DAS ESCAMAS ESTÉREIS

Fonte: A Autora.

O 2º procedimento de geração de partículas do Estudo Piloto se propôs a verificar a mudança (ou não) nas granulometrias primeiramente obtidas, e se deu conforme:

- Nova coleta de material realizada na safra do ano de 2016.
- Dois (02) processos de moagem em moinho de martelo.
- Três (03) processos de seleção em classificadora de partículas com mudança de peneira.

O material coletado na safra 2016 apresentou maior presença de outros resíduos vegetais, sendo lavado e retirados os resíduos maiores (com as mãos) como folhas e galhos, porém permanecendo ainda pedaços de vegetação do solo mesmo após a lavagem e secagem a céu aberto, sendo também moídos a fim de verificar como se comportariam nos demais processos.

A trituração das falhas no 2º procedimento, como mencionado, ocorreu por duas vezes no moinho de martelo (peneira de 1"), resultando nas partículas apresentadas na Figura 65:



FIGURA 65. ESCAMAS ESTÉREIS DA PINHA ANTES E APÓS PROCESSOS DE MOAGEM. 2º PROCEDIMENTO.

Fonte: A Autora

Foram moídos aproximadamente 7kg e ao fim do processo e após nova pesagem o material apresentou aproximadamente 6kg, com perda de 1kg (aproximadamente 7%) durante os processos de geração e seleção de partículas.

O material após a 2ª moagem se apresentou mais homogêneo e uniforme se comparado ao 1º procedimento, porém observou-se que os restos de vegetação (que permaneceram após lavagem) não foram totalmente triturados, ficando evidente no montante de partículas.

Para a classificação das partículas o material moído foi novamente submetido à retirada dos finos em peneira de 0,6mm, adotando-se posteriormente nova classificação com peneira de maior abertura de malha (2,3mm), o que resultou novamente em três granulometrias distintas, porém com aspecto mais uniforme e limpo em termos de quantidade de pó do que a gerada no 1º procedimento.

O material de maior granulometria, resultante desta classificação, foi novamente classificado em peneira com abertura de malha de 1,4mm, não sendo observada diferença significativa nas partículas quando comparada a seleção com a peneira de abertura de 2,3mm. Portanto compreendeu-se que as dimensões destas partículas representavam o intervalo de 1,4mm e 2,3mm.

As amostras do 2º procedimento foram denominadas de G1R, G2R e G3R, onde a G1R representou a amostra com partículas maiores, porém com menor quantidade de pó em relação a G1. Observou-se novamente a presença de partículas com diferentes dimensões conforme as partes que compõe a falha da pinha. A amostra intermediária G2R, mesmo mais homogênea que a amostra intermediária G2, resultou em material 'mais sujo' onde a diferença de componentes tornou o material de difícil classificação, diferente da amostra G3R que se apresentou como um pó fino e amostra com maior homogeneidade na comparação com as demais amostras e em ambos os procedimentos.

A Figura 66 apresenta a comparação entre as amostras obtidas no 1º e no 2º procedimento de geração e classificação de partículas do Estudo Piloto:

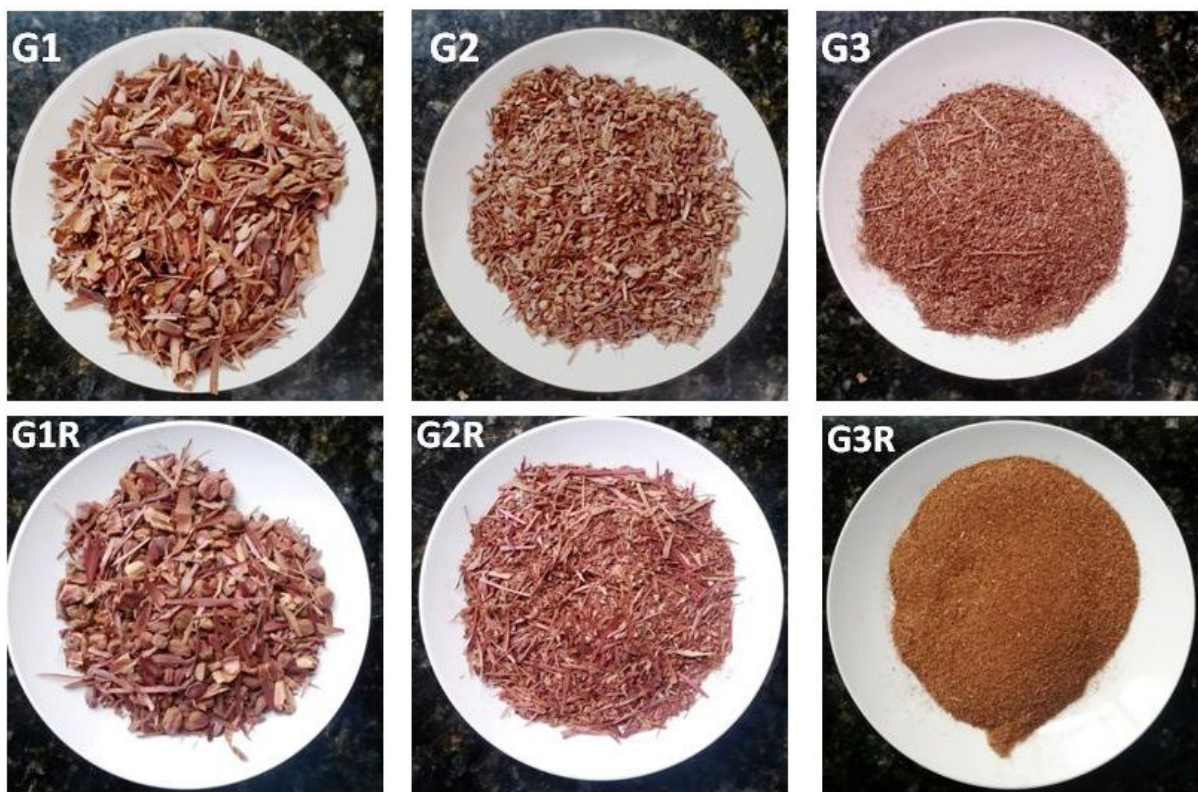


FIGURA 66. COMPARAÇÃO ENTRE GRANULOMETRIAS COM DIFERENÇA DE PROCESSOS
Fonte: A Autora.

O 2º procedimento de geração e seleção de partículas com diferença de técnicas em relação ao procedimento anterior resultou:

- a) Em material mais uniforme em termos de partículas quando submetido a dois processos de moagem em moinho de martelos.
- b) A partir de material mais uniforme após moagem a primeira classificação (retirada de finos) de partículas resultou em um pó com alta homogeneidade.
- c) A segunda classificação resultou em: uma amostra de partículas maiores (G1R) e 'mais limpa', sem a presença de finos (pó) e com diferença de dimensão entre as partículas facilmente identificáveis a 'olho nu'.
- d) A amostra G1R foi novamente selecionada com peneira de malha 1,4mm, porém não apresentou diferença em relação à peneira de abertura de 2,3mm (partículas com intervalo entre peneiras).
- e) A segunda classificação resultou em: partículas intermediárias (G2R) que poderiam ser novamente submetidas à classificadora buscando verificar a separação (ou não) das diferentes

dimensões de partículas para obtenção de material homogêneo dentro destes termos, o que não ocorreu nesta fase experimental.

- f) Pedacos triturados de outros resíduos vegetais permaneceram em todas as amostras, sendo possível verificar que a etapa de limpeza do material envolve atividade meticulosa e de preferência anterior ao processo de moagem.

A partir do estudo da transformação das escamas estéreis da Araucária em partículas foi possível identificar que estas apresentam componentes que se estabelecem em dimensões diferentes após moagem até mesmo dentro de diferentes classificações.

Esta diferença se dá pela presença de elementos de maior comprimento em relação à largura e com espessura fina, como lascas ou fibras, e elementos de dimensão mais quadrada e espessa, próximo a um grão. Portanto o material, a partir da diferença de dimensão entre as partículas, tenderá a apresentar diferença na área de contato entre elas.

Esta diferença só não é percebida (homogeneidade total entre partículas) quando a fibra vegetal é transformada em pó, o que representa um aspecto positivo para a aplicabilidade do material na geração de compósitos plástico-madeira, o que já se havia observado em Missio, Mattos e Magalhães (2011).

Esta diferença das dimensões entre as partículas da falha pode distingui-la visualmente de outros materiais, o que pode representar um aspecto positivo de diferenciação pelo ponto de vista do design e da superfície dos produtos, já que representa uma característica própria do material.

Porém, as diferenças de dimensão entre as partículas podem corresponder à diminuição das propriedades do compósito, considerando a relação entre a adesão da resina e a área superficial das partículas, considerando ainda o teor de umidade específico da fibra das escamas estéreis, que não foi medido por equipamentos, mas se apresentou como um material muito seco, correspondendo à característica recalcitrante da semente (pinhão).

Neste contexto, compreende-se a necessidade de mais dados que investiguem as características químicas e físicas das escamas estéreis da Araucária assim como das propriedades dos compósitos com elas produzidos.

5.2 MOLDAGEM DOS COMPÓSITOS

As etapas de moldagem de amostras do compósito envolveram a aplicação de três tipos diferentes de resina e a mudança de equipamento, o que refletiu em diferentes temperatura e pressão.

A primeira etapa de moldagem utilizou as três amostras granulométricas das escamas estéreis da Araucária obtidas no primeiro procedimento do Estudo Piloto, respectivamente a G1, G2 e G3 e resina uréia-formaldeído.

Antes da moldagem foram realizados pré-testes de conformação do material com os fatores:

1. sem a utilização do molde (diretamente na prensa) e sem desmoldante;
2. com molde e sem desmoldante e;
3. com molde e com desmoldante (folha de alumínio).

Os pré-testes objetivaram verificar critérios de aparência da superfície do material e sua desmoldagem, considerando que a moldagem deste material não havia se realizado anteriormente neste estudo, nem havia sido identificado em outras pesquisas com a utilização dos tamanhos de partículas obtidos. As amostras desta fase são apresentadas na Figura 67:

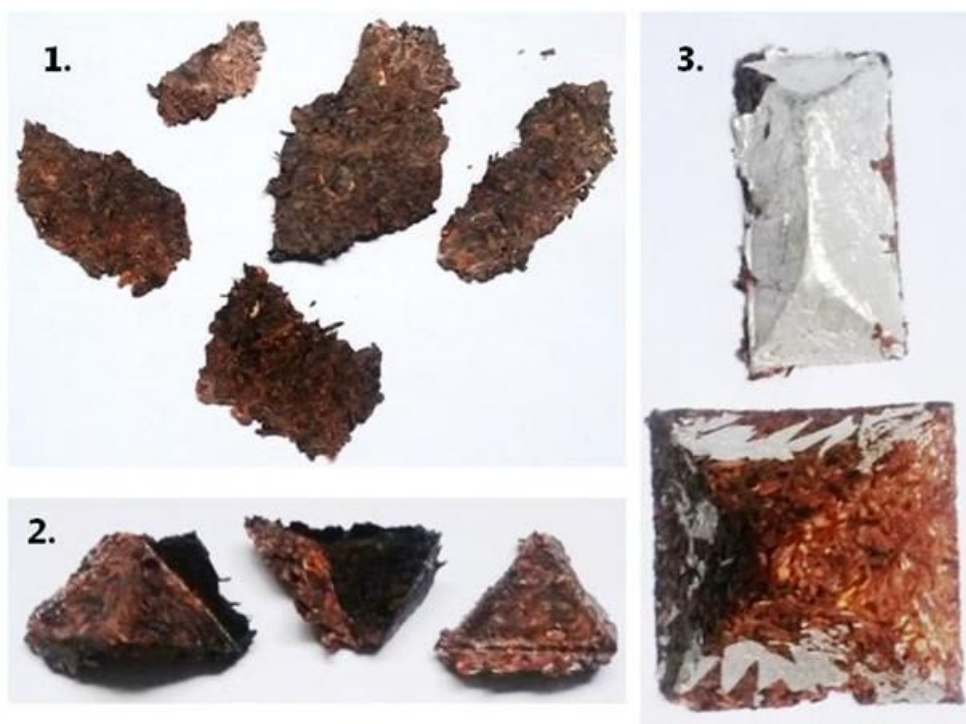


FIGURA 67. AMOSTRAS DO MATERIAL MOLDADO NO PRÉ-TESTE DE CONFORMAÇÃO
Fonte: A Autora.

Observou-se por meio das amostras de compósito obtidas no pré-teste que:

1. A moldagem do material diretamente na prensa sem a presença de molde e desmoldante resultou em manchas escuras em sua superfície, com aspecto de queima, o que poderia ocorrer por interferência da temperatura aplicada diretamente sobre o material (sem molde), onde a fibra lignocelulósica a partir 280°C entra em degradação térmica, contudo a temperatura aplicada foi de 160°C o que poderia também indicar a interferência da

temperatura na cura da resina (90° a 120°C) com a direta transferência de calor da prensa para o material, contudo o material se soltou facilmente da prensa.

2. A moldagem em molde mostrou-se satisfatória em termos de cura da resina (UF) e obtenção da forma, ângulos e arestas. O processo ocorreu em molde fechado na prensa por 15 minutos e em temperatura e pressão de (160°C e aprox. 60Kgf/cm²). Contudo a ausência de desmoldante fez com que o material aderisse às paredes do molde, sendo retirado com ajuda de ferramentas (espátula), o que resultou na quebra da amostra do compósito próximo as arestas da figura tridimensional representada no molde, onde as espessuras se apresentaram mais finas. A adesão do material no molde, diferentemente do que apresentado no caso anterior, sugeriu a interferência das paredes do molde na impossibilidade de desmoldagem.
3. Na moldagem em molde e filme de alumínio como desmoldante (mesmo tempo, temperatura e pressão) verificou-se que este permitiu a desmoldagem da peça, corroborando com a observação anterior sobre a necessidade de desmoldante para o molde, porém houve a aderência do filme de alumínio à superfície da amostra moldada e sendo difícil sua retirada. Portanto identificou-se a necessidade de uso de desmoldante, porém não o utilizado. O processo se mostrou satisfatório em termos de obtenção da forma, ângulos e arestas e reprodução da forma do molde.

5.2.1 Geração das amostras

Nesta etapa da pesquisa de campo foram desenvolvidas as amostras do compósito a partir dos fundamentos teóricos propostos neste estudo para a produção de painéis particulados com fibras vegetais em processos de compressão (IWAKIRI, 2005; RAZERA, 2006; PAGEL 1967 apud RAZERA, 2006).

As etapas preparatórias de desintegração, secagem, classificação e armazenagem das partículas tiveram seus procedimentos descritos no início desta seção assim como os pré-testes de mistura e prensagem que verificaram o comportamento do material em relação ao processo e ao molde.

A partir do estudo das dimensões do resíduo vegetal foi estipulada a moldagem de três amostras de compósito formuladas a partir da mistura de 100 gramas de partículas para cada granulometria obtida das escamas estéreis da Araucária (G1, G2 e G3).

5.2.1.1 Aplicação da resina

A resina uréia-formaldeído (UF) é associada a produtos de madeira sólida, painéis e laminados e objetos de decoração. Sua cura se processa tanto em temperatura ambiente como na presença de calor.

A quantidade de resina na formulação se estabeleceu em 8% em relação ao peso da partícula vegetal. A resina uréia-formaldeído utilizada se apresenta em estado líquido e com teor de sólidos entre 64 e 66% (conforme fabricante). O cálculo da sua quantidade para a formulação do compósito estabeleceu-se, conforme apresentado no Quadro 8:

QUADRO 8. CÁLCULO DA QUANTIDADE DE RESINA UF (em g)

$AS = \frac{M\phi \times 8}{100}$		$AL = \frac{AS \times 100}{TS}$	
$AS = \frac{100 \times 8}{100}$		$AL = \frac{8 \times 100}{65}$	
Onde (AS) é a quantidade de adesivo na forma sólida e (MØ) é a massa de partículas		Para o cálculo do adesivo na forma líquida (AL) considera-se seu teor de sólido (TS)	
AS = 8		AL = 12,31g	

Fonte: A Autora.

Portanto delimitou-se o uso de 12,31 gramas do adesivo uréia-formaldeído para cada 100 gramas de partículas vegetais das escamas estéreis da pinha da Araucária.

5.2.1.2 Moldagem com a Uréia-Formaldeído

Por haver apenas um único molde para a realização da Fase Experimental a prensagem das amostras ocorreu uma a uma, sendo repetidos os ciclos para cada uma das granulometrias conforme a:

- Mistura das partículas com adesivo.
- Pré-compressão através da acomodação das partículas sobre filme de celofane como forma auxiliar.
- Prensagem a quente em prensa hidráulica com temperatura de 160°C e pressão de 60kgf/cm² com tempo de 20 minutos.
- Desmoldagem com molde quente e uso de desmoldante.

A sequência das moldagens ocorria após a preparação das misturas e de forma decrescente em relação ao tamanho das partículas (da G1 para G3). Buscou-se tornar as misturas mais homogêneas possível (considerando a diferença de dimensão entre partículas) e com os componentes da formulação sendo revolvidos manualmente até a sua distribuição uniforme.

Considera-se que para a cada formulação realizada primeiramente ocorria a medição controlada dos componentes (partículas e resina) para a posterior mistura, distribuição e fechamento do material no molde. Procurou-se controlar os critérios de quantidade de partículas e adesivos, temperatura, pressão e tempo de moldagem para a verificação da desmoldagem e das características visuais da superfície das amostras e como estas reproduziam a forma do molde.

A resina UF na forma líquida se apresentou de fácil aplicação e fluidez (baixa viscosidade) sobre as partículas e o procedimento de mistura foi de rápida realização. Nas especificações o material se apresenta como de alta pega em temperatura ambiente, o que favoreceu o arranjo da mistura sobre o filme celofane antes da cura e prensagem final a quente.

O arranjo do material para a formação do colchão considerou a sua uniformidade de distribuição, sendo aplicada maior quantidade de mistura no centro do molde devido à sua maior profundidade.

As paredes das faces macho e fêmea receberam a aplicação de óleo para desmoldagem e o filme de celofane foi utilizado como forma auxiliar sobre o molde para a acomodação da mistura.

A distribuição aconteceu de forma aleatória em relação à direção das partículas, considerando assim que a amostra tenderia a se apresentar constantes em relação às tensões aplicadas por diferentes lados da peça final moldada, de acordo com os preceitos estabelecidos para os compósitos com fibras descontínuas e aleatórias (CALLISTER, 2008).

O carregamento do molde na prensa ocorreu com esta aquecida, já que assim aceleraria o processo. As partes (inferior e superior) do molde foram também pré-aquecidas considerando a espessura de suas paredes (entre 1 e 2cm), o que permitiria a transmissão de calor mais uniforme em todas as partes do molde e por seguinte nas paredes da peça moldada.

O tempo da prensa se estabeleceu em relação à cura total da resina e espessura da parede do molde, sendo finalizada após 20 minutos de prensagem.

De acordo com os fundamentos teóricos a resina UF apresenta cura a quente em até 120°C, contudo a temperatura utilizada no processo foi de 160°C, justificada pelas grossas espessuras de parede do molde e aos experimentos anteriormente realizados no laboratório (Laboratório de Painéis da UFPR) onde se deu a Fase Experimental.

As amostras resultantes desta etapa da pesquisa foram verificadas em termos de obtenção da forma do molde, desmoldagem e superfície.

A amostra que empregou a maior granulometria de partícula (G1) se apresentou de fácil desmoldagem com a utilização de óleo no molde, porém observou-se que o filme celofane não interferiu no processo de desmoldagem, aderindo às paredes da amostra com difícil retirada, o que interferiu em seu acabamento e formando diferença nas áreas superficiais da amostra.

As figuras próximas a borda da peça apresentaram irregularidade em relação à quantidade de material (lados mais preenchidos e outros menos), assim como bordas com a presença das lascas e partículas, onde houve vazamento do material característico do processo de compressão, portanto sem acabamento após moldagem. Não houve controle do tempo de prensagem, inferindo que poderia influenciar na quantidade de material vazado e resultado final de prensagem em termo de bordas.

A superfície visível do material apresentou as diferentes dimensões e colorações da granulometria empregada. A conformação resultou em amostra com boa reprodução da forma do molde, com formação de arestas finas na figura central e arestas menos espessas nas figuras da borda do molde (Figura 68)



FIGURA 68. AMOSTRA DE COMPOSITO MOLDADO COM GRANULOMETRIA G1 E RESINA UF
Fonte: A Autora.

A amostra com granulometria intermediária (G2) também foi facilmente desmoldada com utilização de óleo e apresentou a mesma situação de aderência do filme celofane sobre a superfície da peça que a amostra com granulometria G1.

Suas bordas se apresentaram mais uniformes em relação ao acabamento, reprodução da forma, ângulos e arestas finas como também com menor vazamento do material. As bordas com vazamento apresentaram as lascas e partículas menores e condizentes com a granulometria.

Sua aparência superficial apresentou a diferença de dimensão e coloração dos elementos da granulometria, porém de forma mais homogênea se comparada à amostra anterior (Figura 69).



FIGURA 69 . AMOSTRA DE COMPÓSITO MOLDADO COM GRANULOMETRIA G2 E RESINA UF
Fonte: A Autora.

A amostra com a menor granulometria (G3) apresentou superfície homogênea e sem grande diferença de dimensão entre as partículas. Sua desmoldagem se deu facilmente com a presença de óleo, porém novamente o filme celofane aderiu à amostra.

Houve boa reprodução da forma, ângulos e arestas, com vértices apresentando falhas na formação e as bordas mais frágeis, porém com melhor acabamento se comparadas com as outras duas amostras (Figura 70).



FIGURA 70 . AMOSTRA DE COMPÓSITO MOLDADO COM GRANULOMETRIA G3 E RESINA UF
Fonte: A Autora.

Após a moldagem das três amostras de compósito com variação da granulometria observou-se:

- a) A aplicação de óleo nas faces do molde possibilitou a fácil desmoldagem para todas as amostras. Contudo a utilização de filme de celofane interferiu negativamente na aparência da peça moldada e na dificuldade de disposição da mistura na formação do colchão.
- b) A aplicação da força na prensa hidráulica piloto se deu de forma unidirecional e pela área do molde, portanto de forma homogênea, contudo percebeu-se a melhor reprodução da forma e arestas do centro para a borda. Neste caso a pertinência de se verificar a quantidade de mistura e controle de sua disposição na formação do colchão, que considerou neste procedimento a diferença de profundidade entre as figuras do molde e o vazamento do material durante a prensagem.
- c) A melhor conformação e reprodução das arestas e vértices ocorreu no sentido do centro para as bordas do molde, o que pode ter ocorrido a presença de maior quantidade de material. A reprodução dos ângulos foi constante para todas as amostras.
- d) Os vértices apresentaram menor acabamento se comparado com as arestas, considerando que os furos de respiro do molde, necessários na fase de cura da resina, estão localizados nos vértices e o que pode ter interferido na reprodução desta forma. Esta característica se apresentou constante em todas as amostras.
- e) As três amostras apresentaram melhor acabamento na face visível inferior (fêmea) se comparado com o acabamento da face superior (macho), porém com arestas apresentando espessura mais grossa.
- f) A quantidade de resina se delimitou pelo cálculo da massa de partícula e teor de sólidos da resina, se comportando de forma esperada durante a mistura com as granulometrias G1 e G2, mas foi necessária a aplicação do dobro de resina para a menor granulometria (G3) até se obter a homogeneização da mistura, corroborando com o fundamento sobre as áreas específicas menores de partículas necessitarem de maior quantidade de resina.
- g) O vazamento do material nas bordas do molde não se apresentou constante entre as amostras, diferindo também em relação ao tamanho e característica das partículas. Contudo observou-se que para a granulometria intermediária, a G2, as bordas se apresentaram mais regulares e com lados sem necessidade de acabamento posterior a conformação, portanto já delimitadas pelo molde. As bordas que apresentaram o vazamento do material (sem acabamento) se mostraram frágeis e quebradiças, o que pode se inferir a necessidade de delimitação da borda no processo de moldagem, e o que pode não ocorrer de forma

satisfatória pelo processo de compressão devido sua característica de vazamento do material durante a prensagem (em molde aberto).

- h) A quantidade de partículas (100g) se apresentou em conformidade para a reprodução do desenho do molde, com irregularidades somente nas bordas, o que pode se justificar pela dificuldade de controle da disposição e quantidade de mistura na formação do colchão.
- i) As 3 amostras apresentaram espessuras próximas as bordas entre 2 e 3mm, condizentes com o desenho delimitado pelo molde.

5.2.1.3 Moldagem complementar

Após a moldagem das amostras com resina uréia-formaldeído com cura a quente, buscou-se verificar a possibilidade de moldagem do material com duas outras resinas, o Poliacetato de Vinila (PVAc) e a espuma Poliuretana (PU) de óleo de mamona ambas com prensagem sem presença de calor. Não se estipulou verificar nesta etapa a diferença de granulometria entre as amostras.

A escolha por estas resinas ocorreu devido aos seus critérios ambientais e de processamento menos dispendioso em termos de investimentos.

A resina UF apresenta a emissão de formol (baixa emissão segundo fabricante), mas é uma resina sintética termofixa, portanto de difícil tratamento de descarte e reciclagem ao fim de vida do produto e das aparas que se formam após moldagem, e sua cura a quente necessita, além do gasto energético (eletricidade) para funcionamento, de equipamentos de maior custo.

A escolha pela resina PVAc se deu pelo seu emprego em produtos de madeira e por se apresentar como uma resina sintética termoplástica (facilidade para reciclagem se comparada com as termofixas), a base d'água e baixo custo tanto para o material quanto para o processo, que ocorreu com cura em temperatura ambiente.

A quantidade de resina PVAc, para formulação, novamente se estabeleceu em 8% em relação ao peso da partícula vegetal, porém com teor de sólidos em 50% (conforme fabricante). O cálculo da quantidade para a formulação do compósito se estabeleceu em conformidade ao cálculo para a resina UF, resultando no total de 16 gramas.

Portanto na moldagem complementar com a resina PVAc delimitou-se o uso de 16 gramas de adesivo para cada 100 gramas de partículas vegetais das escamas estéreis da pinha da Araucária.

A moldagem complementar ocorreu apenas com a granulometria intermediária G2, por esta apresentar maior uniformidade que a G1 nas análises da moldagem anterior com a resina UF e necessitar de menos adesivo se comparada com a menor granulometria (G3).

Este procedimento repetiu o ciclo de prensagem das primeiras moldagens realizadas, contudo o óleo desmoldante foi alterado para cera de aplicação em madeira e a formação do colchão não utilizou de forma auxiliar (filme de celofane), sendo a mistura disposta preenchendo individualmente cada cavidade do molde, porém ainda considerando maior quantidade de material no centro da peça (maior profundidade).

A homogeneização da mistura também se diferenciou em relação à resina UF. A resina PVAc apresentou maior viscosidade durante a aplicação. O emprego de 16 gramas para a resina não foram suficientes para a uniformidade da mistura, sendo repetida a adição de 16 gramas até a uniformidade total entre as partículas e o adesivo, o que ocorreu na presença de 84 gramas de adesivo.

A demora em se obter a mistura final devido às medições e identificação da quantidade desejada evidenciou a propriedade *crosslinked* da resina (rápida cura e endurecimento). Portanto, a cada adição de 16g de resina a mistura era revolvida, o que somada à rápida cura, quando colocada no molde, o material já apresentava uma película de cola sobre as partículas, o que foi observado também na irregularidade de superfície da peça moldada.

A prensagem foi realizada a frio em prensa hidráulica piloto e com o tempo de cura relativo à resina. Portanto após o carregamento do molde na prensa este permaneceu 60 minutos em compressão até a sua abertura e desmoldagem, que ocorreu facilmente com a aplicação da cera (Figura 71)

	ESPECIFICAÇÕES AMOSTRA 100G2PVAc
	Massa de partículas: 100g
	Quantidade e Tipo de Adesivo: 84g de resina PVAc
	Temperatura: em ambiente
	Compressão: 60kgf/cm ²
	Tempo: 60 minutos
	Obs.: Uso de cera como desmoldante. Sem uso de forma auxiliar e mistura preenchendo as cavidades do molde.

FIGURA 71 . AMOSTRA DE COMPÓSITO MOLDADO COM GRANULOMETRIA G2 e RESINA PVA c.

Fonte: A Autora

A moldagem em resina poliuretana apresentou condições que impediram seu controle durante o processo, contudo o resultado do material conformado a frio foi trazido ao estudo considerando que a moldagem da amostra apresentou vantagens relevantes, como: 1. a prensagem a frio e em prensa hidráulica manual (processo e equipamento menos dispendioso); 2. aparência final da

amostra com maior facilidade para beneficiamento após moldagem em parte das bordas, quando comparada às amostras com as duas outras resinas e; 3. brilho na superfície visível, algo não observado nas demais amostras produzidas (embora este atributo se apresente como diferenciação e não necessariamente como maior vantagem).

A aplicação da resina poliuretana necessita a adoção de procedimentos diferentes dos delimitados neste estudo devido à expansão do adesivo, o que se processou dentro de embalagem plástica onde já estavam as partículas vegetais (100g), sendo então fechada e colocada sobre o molde para carregamento na prensa de fechamento manual.

Contudo durante o carregamento se iniciou a expansão do material, vazando a mistura (e plástico) para fora do corpo do molde. A cura total da mistura ocorreu dentro da embalagem plástica, que foi facilmente retirada sem aderir às paredes da amostra moldada ao fim do processo.

A amostra do compósito com resina PU é apresentada na Figura 72:



FIGURA 72. AMOSTRAS DO MATERIAL MOLDADO COM ESPUMA POLIURETANA

Fonte: A Autora.

Durante a prensagem em prensa manual não foram utilizados niveladores para aplicação de força na área do molde (Figura 73), ocasionando na quebra da face (macho) em duas peças.



FIGURA 73. PRENSA HIDRÁULICA MANUAL COM DISCOS NIVELADORES PARA DISTRIBUIÇÃO DA FORÇA NO MOLDE

Fonte: Jarek (2014)

Portanto com a quebra da face do molde, a aplicação da força na prensa manual ocorreu de forma irregular entre as partes quebradas do molde, acarretando no fechamento maior somente para uma das partes, o que não havia sido observado nos outros procedimentos já que em todas as prensagens (em prensa piloto) ocorreu intervalo próximo a 5mm entre as faces macho e fêmea do molde e por onde vazava o material (Figura 74).



FIGURA 74 . INTERVALO ENTRE AS FACES DO MOLDE DURANTE AS PRENSAGENS EM PRENSA HIDRÁULICA PILOTO
Fonte: a Autora.

Infere-se que a formação da borda com melhor acabamento apresentada pela amostra com resina PU pode ter ocorrido devido ao maior fechamento do molde. Com a quebra o molde foi retirado rapidamente da prensa sem a medição da força aplicada.

Observou-se, portanto a partir das moldagens complementares com diferenciação entre resinas e temperatura de processo e equipamento, que:

- a) O adesivo foi um fator que determinou tanto os procedimentos como a aparência final da formulação dos compósitos, interferindo diretamente nas fases de mistura e prensagem, como colocado por Dunky e Pizzi (2002).
- b) A resina PVAc, devido as suas especificidades de aplicação, foi de difícil manuseio e mistura se comparada á resina UF.
- c) Na aplicação da resina PVAc sua quantidade ideal para homogeneização na mistura se apresentou muito próxima à massa de partículas (84g de resina para 100g de partículas), aumentando o peso (e densidade) da amostra final.
- d) A cura para a resina PVAc necessita de maior tempo (60 minutos na prensa) se comparada a resina UF (20 minutos na prensa), sendo que a amostra se apresentou úmida após a desmoldagem (por aprox. 10 dias). Observou-se que a amostra manteve o odor da resina até apresentar-se menos úmida, porém este atributo ainda é percebido próximo a superfície da peça.

- e) O uso de cêra para madeira como desmoldante possibilitou a fácil retirada das amostras do molde.
- f) O não emprego do filme de celofane como auxiliar na formação do colchão facilitou o processo de preenchimento do molde, assim como não interferiu no acabamento final das amostras.
- g) As resinas que se apresentam na forma de espuma podem representar válida contribuição para a geração de compósitos com fibras vegetais, contudo a necessidade de verificação dos critérios de prensagem. Neste estudo a resina PU (espuma) apresentou melhor desmoldagem e acabamento na superfície diferente em relação às formulações com as resinas UF e PVAc, e sua prensagem ocorreu em maquinário manual e de menor custo.
- h) A moldagem com resina PVAc resultou em amostra com superfície menos lisa se comparada as amostras com resina UF, contudo este fator pode ter ocorrido devido ao processo de cura ter se iniciado anterior a prensagem.
- i) As bordas da amostra com resina PVAc apresentaram maior espessura e menos quebradiças (maior flexibilidade) que as amostras com resina UF. A amostra com PVAc apresentou a mesma quantidade de partículas e variação na quantidade de resina (aprox. 12 e 24% para 84% (TS 50%). O aumento do volume do material já havia sido observado durante a mistura.

5.3 APLICAÇÃO DO COMPÓSITO

Nesta seção serão apresentados os resultados da Fase Oficina do método, onde os procedimentos objetivaram a aplicação do material compósito com partículas das escamas estéreis da Araucária. A abordagem através da oficina pedagógica estabeleceu a aproximação com o grupo trabalhado permitindo a apresentação dos conteúdos e critérios de modo que as teorias e o exercício prático (projetual) fossem estímulos à geração de idéias e à interação entre pesquisador e pesquisados.

Entende-se aqui o termo pedagógico como relacionado às práticas educativas que acontecem em um domínio determinado (LAROUSE, 2004), propondo que este domínio se deu em ambiente educacional (sala de aula), para formação específica em nível superior (design de produto), com grupo determinado de alunos (1º ano da formação) e com conteúdo delimitado em termos de matéria-prima, processo produtivo e contexto de aplicação (situação de projeto).

A oficina buscou primeiramente mediar à compreensão do grupo quanto aos conteúdos e requisitos de aplicação do material e coletar dados sobre a opinião dos participantes quanto:

- às características de desmoldagem e reprodução da forma do molde;
- aos atributos perceptivos da superfície da amostra (textura, brilho, peso e resistência);
- ao atributo perceptivo textura, conforme diferentes dimensões de partículas e;
- de que forma as opiniões refletiram nas escolhas de projeto que resultaram na aplicação do material.

O procedimento também coletou as opiniões sobre a possibilidade de valorização do produto através da aplicação da falha da Araucária.

Por se tratar de modelo de pesquisa não-experimental, adotou-se a classificação de pesquisa transversal colocada por Sampieri, Collado e Lucio (2006) quanto à dimensão temporal da pesquisa. Na pesquisa transversal a coleta de dados ocorre em um único momento com o objetivo de descrever as variáveis, analisando como elas ocorrem e suas inter-relações em dado momento.

Este modelo de pesquisa pode ser utilizado quando se quer conhecer, por exemplo, as emoções, percepções e atitudes de um grupo numa situação específica.

5.3.1 Atributos referentes à moldagem e reprodução da forma

Esta etapa da pesquisa de campo objetivou verificar a opinião dos participantes em relação a determinados atributos das amostras. A etapa ocorreu após a apresentação oral dos conteúdos da oficina, da debulha da pinha e apreciação das amostras dos materiais e equipamento.

Para a obtenção destes dados os alunos analisaram as amostras granulométricas, as amostras dos compósitos e o molde, para então responderem as questões sobre o comportamento das amostras moldadas em relação às características de reprodução da forma e dos ângulos e arestas após a desmoldagem, e a interferência das diferentes dimensões de partículas das escamas estéreis na superfície visível do material moldado.

As questões foram formuladas a partir dos objetivos desta pesquisa e verificadas nos procedimentos durante a Fase Experimento.

Esclarece que as questões 1, 2 e 3 se referem à análise do conjunto das três amostras de compósito desenvolvidas, diferente das questões 4, 5 e 6 que consideram a interferência da dimensão da partícula entre as amostras.

As questões 7 e 8 buscavam verificar a opinião dos participantes sobre os critérios de tempo de oferta do resíduo e do local (região geográfica) de obtenção da espécie vegetal como forma de valorização de produtos (Quadro 9).

QUADRO 9. RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO PERCEPTIVO I QUANTO A DESMOLDAGEM, REPRODUÇÃO DA FORMA E INTERFERÊNCIA DA ESPÉCIE VEGETAL

QUESTÕES	SEGUNDO OS RESPONDENTES
1- Quanto à desmoldagem.	As amostras apresentaram desmoldagem satisfatória à reprodução da forma.
2- Quanto à reprodução da forma do molde.	As amostras correspondem de forma satisfatória ao desenho do molde e contramolde (reproduziram fielmente a forma).
3- Quanto à reprodução dos ângulos e arestas do molde.	Os ângulos e as arestas corresponderam de forma satisfatória ao desenho do molde (reproduziram fielmente os ângulos e arestas).
4- Quanto à diferença de dimensão das partículas na desmoldagem e reprodução da forma.	A diferença de tamanho das partículas entre as amostras apresentou também diferença em relação à desmoldagem e a obtenção satisfatória da forma.
5- Quanto à diferença de dimensão das partículas na resistência (percebida).	A diferença de tamanho das partículas de resíduo entre as amostras interfere na resistência.
6- Quanto à diferença de dimensão das partículas na textura (superfície visível).	Existe diferença relevante de textura entre as amostras em relação ao tamanho das partículas.
7- Quanto à sazonalidade da espécie vegetal.	Por se tratar de resíduo que só pode ser extraído em determinada época do ano, produtos feitos com este material necessitam ser valorizados pela forma e acabamento superficial.
8- Quanto à localidade da espécie vegetal.	Produtos feitos com o resíduo da araucária necessitam apresentar conceitos (visuais e de uso) que valorizem o local de origem da espécie.

Fonte: Questionário Perceptivo I.

Portanto observou-se por meio das respostas que conforme a opinião dos participantes que:

- As características de reprodução da forma (ângulos e arestas) e de desmoldagem das amostras de compósito com escamas estéreis da pinha corroborou com parte das características observadas na Fase Experimental.
- O material apresenta possibilidades de moldagem com boa reprodução da forma geométrica, arestas e ângulos e capacidade de reprodução com espessuras de aproximadamente 0,3cm.
- A desmoldagem apresenta condições de corresponder adequadamente à forma estabelecida pelo molde.
- As diferentes granulometrias empregadas diferenciam as amostras de forma relevante.
- A diferença de granulometria interfere na resistência entre as amostras e que a desmoldagem também se diferenciara conforme granulometria.

- f) Que o resíduo necessita ser aplicado associando seus fatores de região e tempo de ocorrência com os atributos formais, de acabamento superficial e uso.

5.3.2 Atributos referentes à textura

Esta fase da coleta de dados buscou verificar junto aos participantes respondentes suas opiniões sobre as características de brilho, textura, resistência e peso.

Os dados foram obtidos através do Questionário Perceptivo I a partir da apreciação das amostras de compósitos com a resina UF.

A análise destes atributos foi feita exclusivamente a partir da observação e opinião da amostragem deste estudo, não ocorrendo nenhum outro método de medição como por medidores de brilho de superfícies ou ensaios mecânicos.

Portanto a partir da análise visual e tátil dos respondentes e do preenchimento das reações quanto aos atributos, é que esses foram delimitados.

Esclarece, porém, que foi analisado 'o conjunto das três amostras' do compósito, não ocorrendo verificação para comparação de atributos entre amostras.

Novamente fez-se uso da escala *Likert*, contudo, ao invés de afirmativas que verificavam o grau de concordância dos participantes quanto à questão (como ocorreu na análise das questões do Quadro 1), nesta etapa a verificação se apresentava em forma de pergunta, onde o respondente deveria preencher entre dois conceitos diferentes (diferencial semântico pela Escala *Osgood*) sua opinião para um dos lados da escala.

Ou seja, o participante preenchia a escala de acordo com a sua reação quanto aos adjetivos apresentados (favoráveis e desfavoráveis). Foram utilizados os seguintes adjetivos em relação aos atributos perceptíveis das amostras:

- opaca – brilhante
- lisa – com textura
- resistente – frágil
- pesada – leve

As respostas obtidas são apresentadas no Quadro 10:

QUADRO 10. RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO QUANTO AOS ATRIBUTOS BRILHO, TEXTURA, PESO E RESISTÊNCIA

VALOR EM ESCALA (INTERVALOS DE 0 A 10)	OPINIÃO DOS RESPONDENTES QUANTO AOS ADJETIVOS	MÉDIA AMOSTRAL
<i>Onde 0 significa opaco e 10 brilhante, as amostras obtiveram 4</i>	Segundo os respondentes, mais opaca do que brilhante	4.34
<i>Onde 0 significa lisa e 10 com textura, as amostras obtiveram 7</i>	Segundo os respondentes, mais “texturizada” do que lisa	7.06
<i>Onde 0 significa resistente e 10 frágil, as amostras obtiveram 4</i>	Segundo os respondentes, mais resistente que frágil	4.13
<i>Onde 0 significa pesada e 10 leve, as amostras obtiveram 7</i>	Segundo os respondentes, mais leve que pesada	7.39

Fonte: Questionário Perceptivo I.

A escala para preenchimento apresentava cinco pontos (medição ordinal), contudo para a análise estatística destas questões, as escalas foram colocadas em intervalos de 0 a 10 (escala de intervalo) o que possibilitou ‘localizar’ as distâncias entre os atributos (adjetivos).

Para todos os atributos as respostas tenderam para um dos adjetivos verificados.

Observa-se que a partir das respostas, na opinião dos participantes as amostras se apresentam como de um material resistente (4.1) e leve (7.3 a maior média), com superfície texturizada (7.0) e sem brilho (4.3).

3.3.3 Aplicação do material compósito em *souvenirs*

Serão apresentados nesta subseção os resultados da oficina e sugestões de produtos para a aplicação do material desenvolvido na primeira fase de campo, juntamente aos resultados obtidos pelo Questionário Perceptivo II, onde os alunos descreviam como foram consideradas as escolhas de projeto quanto ao uso das diferentes amostras e de acordo com a diferença de dimensão entre as partículas.

Argumenta-se para este início da apresentação dos resultados de produtos (*souvenirs*), que a *Etapa 5* de sensibilização, através do conteúdo trabalhado, buscava promover o entendimento dos fundamentos e requisitos para a moldagem do material, de forma que permitisse aos participantes compreender as possibilidades formais e de características da superfície dos produtos a partir dos questionamentos: “O que eu consigo obter com este material e neste processo em termos de

aparência?” e delimitando ‘souvenirs’ no questionamento: “O que e como eu posso projetar com este material?”

Considerou-se que sem os cuidados na condução e temas do procedimento oficina, os resultados sugeridos para os *souvenirs*, ao final da atividade, poderiam apresentar soluções genéricas questionando a validade quanto à aplicação do material, já que poderiam advir somente de conhecimento particular e a parte do proposto neste estudo ou a escolha do grupo não considerou (ou não foram compreendidos) os critérios estabelecidos pela atividade.

Contudo levou-se em conta que determinadas características individuais dos participantes influenciariam no desenvolvimento e solução das propostas, porém eram dados que não faziam parte da interpretação e dos resultados da pesquisa, a não ser os aqui tratados e apresentados.

As sugestões de produtos são apresentadas no Quadro 12 (página 139) com as observações sobre os critérios de aplicação do compósito e moldagem por compressão e utilização de texturas diferentes de acordo com as dimensões das partículas.

QUADRO 12. PROPOSTAS DE SOUVENIRS		
SOUVENIRS	APLICAÇÃO E MOLDAGEM	DIFERENÇA DE TEXTURA (TAMANHO DE PARTÍCULAS)
(1)		
	<p>Forma simples e plana, a aplicação do compósito se dá na face interior do cartão, onde apresenta a cor marrom escura. A peça pode ser obtida pelo processo de compressão (tanto molde e contramolde quanto perfil para recorte). Exige de união com o material utilizada na face externa do cartão.</p>	<p>O grupo não sugeriu a aplicação de texturas diferentes, porém esta poderia ocorrer considerando a diferença de material entre as faces do cartão.</p>
CARTÃO POSTAL <i>POPUP</i> RÍGIDO		
(2)		
	<p>Forma geométrica simples e maciça com relevo. A aplicação do compósito se dá no 'corpo' do carimbo, podendo ser moldada por compressão. Necessidade de união com a borracha que possibilita a transferência de desenho (carimba). Outras formas mais anatômicas poderiam ser empregadas pelo mesmo processo.</p>	<p>O grupo não sugeriu a aplicação de texturas diferentes, porém apresentam diferença de cor nos desenhos das superfícies das propostas, porém mais fáceis de serem obtidas por desenho de relevo no molde e uso de mesma textura do que a utilização de diferentes.</p>
CARIMBOS APLICAÇÃO TÊXTIL		
(3)		
	<p>Forma simples e plana com recorte. A aplicação do compósito se dá na capa e contracapa do produto. Possível de ser moldada por compressão por perfil plano. Necessita de união com outros materiais na fase de encadernação, por exemplo.</p>	<p>O grupo não sugeriu a aplicação de texturas diferentes, porém poderiam ser aplicadas conforme diferentes relevos. Porém observa a diferença de contraste sugerido (preto e marrom), o que pode não ocorrer entre as amostras.</p>
SKETCHBOOK		
(4)		
	<p>A aplicação se dá em duas sugestões. Forma simples e plana e forma tridimensional maciça. Para ambas a possibilidade de moldagem por compressão. Necessita de união entre os materiais (compósito e metal) ou colocação de inserto no molde.</p>	<p>O grupo não sugeriu a aplicação de texturas diferentes, e se fossem, necessitariam estar de acordo com critérios de resistência e aplicação de força conforme as especificidades de uso do produto.</p>
ABRIDOR DE GARRAFAS		

(5)



Formas simples e planas com rebaixos. A aplicação do compósito se dá na no porta chaves e nos chaveiros sendo possível a moldagem por compressão para ambas. Contudo os recortes internos dos chaveiros podem apresentar problemas de desmoldagem e/ou acabamento devido ao seu tamanho.

O grupo sugeriu a aplicação de texturas e pigmentação diferentes entre as peças. Considera-se porém que este estudo não verifica a adição de aditivos na composição, como corantes, o que pode ser sugerido para futuras aplicações e estudos.

PENDURADOR DE CHAVES E CHAVEIROS DESTACÁVEIS

(6)

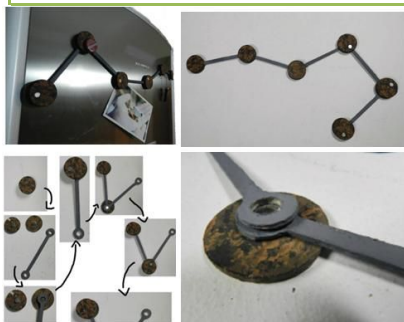


Forma simples e plana com recortes internos, a aplicação do compósito se dá no recipiente em forma de 'casa'. Possível de ser moldada por compressão por perfil plano, contudo a união das arestas exigiria de atividades secundárias, não sendo possível obter a forma do 'base' da casa por uma única moldagem, o que pode ocorrer com o 'telhado'.

O grupo não sugeriu a aplicação de texturas diferentes e a representação do modelo volumétrico apresenta-se homogênea. Infere-se que a diferença de textura por partículas poderia interferir na resistência e união entre as partes.

RECIPIENTE PARA GUARDAR E SERVIR COPOS DE 'SHOT'

(7)

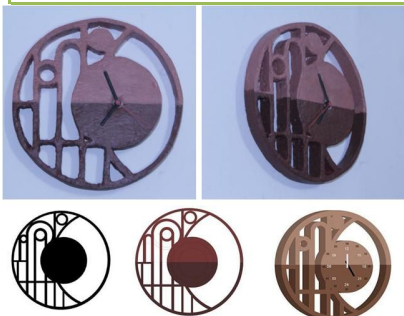


Forma simples e plana com pequena espessura (aprox. 6mm), a aplicação do compósito se dá no disco do produto. Possível de ser moldada por compressão com molde e contramolde ou por perfil plano e atividades secundárias. Exigiria de união para mecanismo de funcionamento e imã que poderia ser por inserts no molde.

O grupo não sugeriu a aplicação de texturas diferentes. Porém a forma simples da peça permitira a moldagem com as diferentes granulometrias.

IMÃS DE GELADEIRA AJUSTÁVEIS

(8)



Forma plana, porém com recortes internos que poderiam apresentar problemas de desmoldagem pelo processo proposto. A aplicação do compósito é no 'corpo' do relógio. Possível de ser moldada por compressão com molde e contramolde. Exigiria de união para mecanismo de funcionamento que poderia ser por inserts na moldagem.

O grupo sugere a aplicação de texturas diferentes conforme diferença de cor no modelo tridimensional. Contudo a diferenciação proposta (e que indica o dia e a noite) poderia não ser possível de se obter por moldagem única, necessitando de uniões.

RELÓGIO ANALÓGICO COM 24 HORAS

(9)

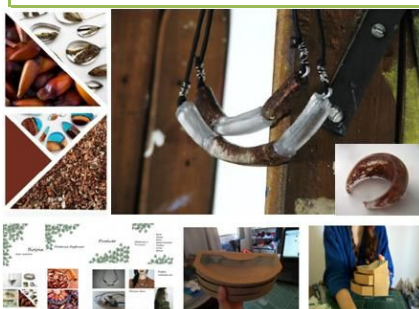


Forma oca e com ângulos negativos que não permitem a desmoldagem pelo processo de compressão para o corpo do produto. A tampa apresenta ângulo positivo passível de aplicação do compósito e moldagem por compressão.

O grupo sugeriu a aplicação de texturas diferentes, contudo com contraste não condizente aos apresentados pelas amostras.

COOLER PARA CERVEJAS ARTESANAIS

(10)



Formas simples, maciças e ocas. A aplicação da partícula vegetal ocorreu por moldagem direta sem controle na disposição do material. O grupo não utilizou das especificações da aplicação do compósito por compressão.

O grupo sugeriu a aplicação de diferentes texturas como diferenciação do produto junto à transparência da resina empregada. Contudo apresentaram critérios diferentes dos que especificados neste estudo.

BIOJÓIAS

(11)

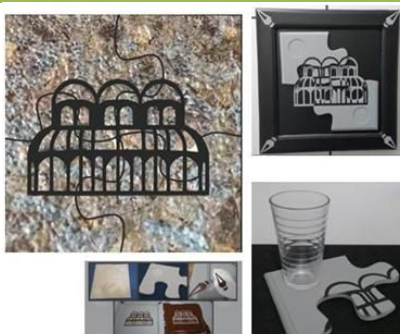


Forma simples e de espessuras finas (aprox. 1mm). Contudo a moldagem por compressão com aplicação do material não se apresenta como indicada para o produto devido sua fina espessura e dificuldade de desmoldagem nos recortes (desenhos) internos e especificidades de uso.

O grupo não sugeriu a aplicação de diferentes texturas. A diferença de granulometria poderia estar relacionada à resistência e uso do produto.

PALHETAS PARA VIOLÃO

(12)



Forma simples e plana. A aplicação do compósito poderia ocorrer tanto nas peças do porta copos como no suporte (utilizado como bandeja) e com moldagem por compressão em molde e contramolde e por perfil para posterior recorte.

O grupo sugeriu a aplicação de diferentes texturas, porém com contraste através do modelo tridimensional que poderia não ser obtido pelas diferenças observadas neste estudo. A aplicação de desenhos e figuras é possível através de relevos no molde.

BANDEJA COM PORTA COPOS EM QUEBRA-CABEÇA

Fonte: Adaptado pela Autora dos arquivos da Fase Oficina.

A partir das sugestões de produtos (*souvenirs*) para a aplicação do material compósito gerado, observou-se que:

- a) As possibilidades de moldagem pelo método de compressão se apresentaram na maioria para peças planas (ocas ou maciças), contudo argumenta-se a capacidade do processo de moldar formas tridimensionais (como no exemplo do abridor de garrafa).
- b) As propostas envolveram em grande parte a adoção de procedimentos secundários como recortes internos (usinagem) e principalmente união com outros materiais e mecanismos (conforme especificidades de uso da proposta). Além da já observada necessidade de beneficiamento para as rebarbas pós-moldagem.
- c) Foi representativo o interesse de desenhos (recorte, relevos e rebaixos) na superfície dos produtos, e que são mais fáceis de serem obtidos quando considerados no projeto do molde.
- d) O material tenderá a apresentar limite mínimo de espessura, impossibilitando sua aplicação, como no caso das palhetas para violão, assim como a aplicação do material poderá apresentar limitação quanto ao uso (por exemplo, relação granulometria/cordas do violão), contudo o grupo informou que seriam 'palhetas decorativas', argumentado por outro grupo que, na aquisição do produto, o usuário poderia facilmente querer usá-lo.
- e) A aplicação do material envolve tanto as questões formais e de acabamento superficial como de resistência (mecânica, química entre outras) conforme situação de uso.
- f) Determinadas situações de uso, como contato direto ou proximidade com a pele (e demais órgãos sensoriais) precisam verificar o tipo de resina empregada.
- g) O interesse da moldagem por outros métodos melhores em relação à forma do produto, como a injeção para o relógio e moldagem direta por resina nas biojóias. Sendo verificado que esse grupo compreendeu os critérios da oficina, mas se mostrou interessado em desenvolver outra forma de aplicação para a partícula, o que se mostrou como positivo sob o ponto de vista de estudo exploratório.
- h) A diferença de textura em um mesmo produto (quanto à diferença de tamanho de partícula) apresentaria difícil controle na disposição do material no molde, não se apresentando como uma aplicação recomendável.
- i) Os grupos optaram, na maioria, pelo emprego de uma única textura, sem variação de aplicação entre elas.

A escolha por umas das amostras também foi observadas nas respostas obtidas no Questionário Perceptivo II, onde as proporções demonstraram que mais da metade dos participantes ou discordou, ou foi indiferente, em relação ao emprego de diferentes texturas (Tabela 5), mesmo considerando que na verificação anterior por meio do Questionário Perceptivo I, sobre a opinião do aluno quanto à diferença de textura das amostras, os participantes consideraram como 'relevante diferença'. A diferença entre os dados pode estar relacionada à escolha por uma das texturas durante o processo projetual e especificidade de aplicação.

TABELA 5. RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO QUANTO À ESCOLHA DE APLICAÇÃO DE DIFERENTES TEXTURAS NO PRODUTO

Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Indiferente	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
30.43	13.04	17.39	21.73	17.39

Fonte: Questionário Perceptivo II

Onde as proporções demonstraram que a grande maioria dos participantes se mostrou indiferente quanto à diferenciação do produto em relação à aplicação de diferentes texturas (granulometrias).

Porém quase metade dos participantes (43,46) tendeu a concordar com a diferenciação do produto se lhe fosse aplicado diferentes texturas, contudo foram valores equilibrados entre concordo parcialmente e totalmente e discordo totalmente, sendo que o discordo parcialmente se mostrou bem abaixo dos outros valores (Tabela 6).

Pode-se então inferir que na opinião dos participantes as amostras dos compósitos se apresentaram diferentes em termos de textura, que esta diferença poderia interferir no produto, contudo, o critério de mostrou, para a maioria dos participantes, como indiferente.

TABELA 6. RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO QUANTO À RELEVANTE DIFERENÇA DE TEXTURA PARA CADA TAMANHO DE PARTÍCULA APLICADA NO PRODUTO

Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Indiferente	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
21.73	8.69	26.08	21.73	21.73

Fonte: Questionário Perceptivo II

A fim de elucidar os critérios de escolha e relacioná-los com os dados obtidos nas outras etapas da Oficina de Aplicação, o Quadro 13 apresenta as respostas obtidas pela última questão (questão aberta).

Os comentários expressam como os participantes reagiram quanto à escolha de aplicação do material, de suas diferentes texturas entre as amostras e o seu processo de moldagem.

QUADRO 13. RESPOSTAS DOS PARTICIPANTES QUANTO AO MODO DE APLICAÇÃO DO MATERIAL

COMO VOCÊ EXPLOROU (TRABALHOU) A TEXTURA E O PROCESSO DE CONFORMAÇÃO DO MATERIAL EM SEU PRODUTO?		
1. "Explorei superficialmente, <u>poderia ter pensado muito mais</u> "	2. "A textura foi trabalhada de modo a <u>ser tocada</u> com que <u>se sinta bem</u> com o material"	3. " <u>Moldagem</u> do produto em si com o material. Textura pode <u>interferir</u> no <u>resultado final</u> "
4. "Seria trabalhado em toda a peça e em <u>diferentes texturas</u> "	5. "A textura poderia ser uma questão a ser discutida, pois não foi possível fazer o <u>modelo real</u> . A <u>conformação</u> seria feita com <u>molde de metal e prensa</u> "	6. "Seria <u>usado quase em todo o produto</u> , somente uma parte de <u>metal e de veludo</u> seria de outros materiais"
7. "Por meio da <u>mistura</u> do material com <u>resina</u> "	8. "Sim, em nosso produto utilizamos a <u>textura da superfície da caixa</u> "	9. " <u>Sobrepondo</u> camada e <u>misturando partículas de outros materiais</u> "
10. "Colocou-se o material como maior destaque do produto, sendo feito de uma maneira mais <u>simples</u> para facilitar a <u>produção</u> . A <u>textura</u> será mantida para conferir um aspecto mais rústico e que <u>combina com o conceito do produto e da marca</u> "	11. "A questão da experiência <u>tátil</u> e de que apenas quem compra o <u>souvenir</u> no <u>Paraná</u> terá. Além de produzir em si o material agrega maior valor, tornando mais rico como <u>souvenir local</u> "	12. "Como o meu produto é <u>consideravelmente pequeno</u> , utilizei a <u>falha da pinha mais moída</u> possível para que as <u>fibras</u> do material <u>não comprometessem o resultado</u> "
13. Utilizando de forma que a <u>textura e cor</u> remetesse ao <u>pinhão e Araucária</u> "	14. "Utilizando como <u>revestimento para embalagem</u> do meu produto"	15. "Estrutura, <u>textura mediana</u> "
16. "Com <u>formato e raspas do pinhão</u> "	17. "Modelar a textura externa do produto para deixar sua forma atrativa (<u>alto relevo</u>)"	18. "Através da <u>falha do pinhão e cola</u> para fixar"
19. "Utilizou-se a <u>granulação maior</u> em formato único <u>prensado</u> na forma escolhida"	20. "Não usei aplicando no produto, mas seria uma espécie de <u>antiderrapante</u> "	21. "Tentamos aplicar o material em pelo menos 70% do produto, <u>mudando alguns tamanhos da partícula</u> para <u>diferenciar</u> certas partes do produto"
22. "O <u>material</u> foi usado juntamente com a <u>cola</u> . Se passou cola em um <u>molde</u> e depositou a falha do pinhão no mesmo e passando cola por cima. A textura ficou bem marcada"	23. "O material foi explorado para passar a experiência de sua <u>cor e textura</u> para o usuário remetendo à cidade de <u>Curitiba</u> "	

Fonte: Questionário Perceptivo II

As respostas presentes no Quadro 13 se referem aos produtos apresentados (12 sugestões), considerando que a amostragem foi de 23 alunos, sendo que cada grupo continha um ou mais participantes da amostragem.

A partir dos comentários, e termos utilizados, observa-se que as reações dos participantes quanto à aplicação do material envolveram:

- A diferenciação do produto pelo seu atributo tátil (textura tátil).
- A aplicação do material compósito em conjunto com outros tipos de materiais.
- As considerações quanto ao processo de produção para melhor compreensão dos resultados.
- A diferenciação pelo local de origem e espécie vegetal.
- A diferenciação de texturas entre as amostras.
- A relação entre características da forma e o 'conceito' do produto.
- A relação entre as amostras e função de uso do produto.
- A aplicação do material pela sua função de uso e não pela aparência.

A escolha por uma das amostras do material, conforme as respostas abertas, foi considerada por apenas parte da amostragem, e relacionada às características do produto sugerido.

Reforça-se o argumento que este estudo não se propôs a verificar as relações existentes entre o processo projetual e a seleção de materiais, contudo, tendo em vista as respostas supracitadas e que se referem às escolhas (de aplicação do material) durante o processo de design, identifica-se a delimitação colocada pela metodologia projetual de Löbach (LÖBACH, 2001), onde o design dos produtos envolve três categorias em termos de 'função do objeto': a prática (funcionalidade e fisiologia do usuário), a estética (forma, cor, textura da superfície, etc.) e a simbólica (aspecto da linguagem e comunicação – semiótica).

De acordo com o autor, o produto apresentará uma função principal, conforme os objetivos do projeto (ou situação de projeto) seguida pelas funções secundárias, o que foi percebido no resultado dos produtos a partir de parte das respostas referentes às escolhas de aplicação do material.

Buscando agrupar todos os resultados no método de campo e que se apresentaram como critérios para a obtenção dos produtos moldados por compressão com compósito particulado utilizando as escamas estéreis da pinha da Araucária, observou-se através da Fase Experimental que:

- a) A definição do tamanho da partícula da fibra vegetal é um fator que determina tanto os critérios de qualidade produtiva quanto da aparência do produto.
- b) As partículas obtidas pelo material estudado apresentaram componentes e dimensões específicas à forma original do resíduo, o que pode contribuir na diferenciação dos atributos perceptíveis do material.
- c) A escolha da resina irá delimitar o processo produtivo, assim como influenciará diretamente a qualidade do produto final, tanto pela aparência como pelos fatores de resistência e uso.

- d) A moldagem no processo escolhido é rápida e facilmente executada com a utilização de equipamentos simples e que terão influência nos custos de produção, assim como as resinas, que se apresentam como maior custo no produto.
- e) Que a moldagem no processo escolhido possibilitou a boa reprodução da forma, dos ângulos e arestas estipulados pelo molde, e que interferiu na resistência do material de acordo com as figuras tridimensionais que compõem o desenho da peça do molde.
- f) Que a moldagem pelo processo escolhido apresenta restrições quanto às bordas, devido ao vazamento do material característico do processo.
- g) Que as bordas das amostras moldadas variaram, em termos de acabamento, de acordo com os diferentes tamanhos da partícula vegetal estudada, e de ordem decrescente de pior para melhor.
- h) Que as bordas das amostras moldadas variaram, em termos de acabamento, de acordo com a resina utilizada.
- i) Que a disposição da mistura no molde se mostrou mais eficiente a partir do preenchimento de cada cavidade do molde, do que por meio de forma auxiliar.
- j) Que a quantidade de mistura e sua distribuição no molde é determinante na qualidade final do produto moldado.
- k) Que o material compósito estudado pode apresentar espessuras finas e de preferência maior que 3mm, desde que considerados os critérios de tempo, temperatura e pressão de prensagem (kgf/cm^2) e em concordância com a densidade desejada para o produto final.
- l) Que o molde metálico de alumínio fundido, mesmo com paredes texturizadas, possibilita a fácil desmoldagem desde que se utilize material desmoldante, como óleos e ceras.
- m) Que o desenho do molde e seu projeto precisa considerar as diferentes espessuras de parede para a cura uniforme da peça moldada.
- n) Que o desenho do molde e seu projeto pode permitir a moldagem de diferentes peças, considerando seu tamanho, volume e densidade, o que pode influenciar na produtividade.
- o) Que os furos de respiro dos gases necessários para a qualidade do processo de cura, podem influenciar na qualidade da superfície da peça moldada.
- p) Que o compósito com as escamas estéreis da Araucária na moldagem por compressão, deve considerar a diminuição das atividades de beneficiamento pós-moldagem para melhoria da produtividade e maior controle do resultado da peça final. E que estará relacionado ao tamanho da partícula, tipo de resina, critérios de prensagem e principalmente, ao projeto de desenho do molde.

Através dos resultados obtidos na Fase Oficina e de acordo com a amostragem deste estudo observou-se que:

- a) O desenvolvimento de *souvenirs* se apresentou como possibilidade de aplicação do material.
- b) Os *souvenirs* correspondem ao critério de sazonalidade do resíduo utilizado, por representarem produtos de pequeno porte.
- c) Os *souvenirs* correspondem ao critério de valorização da espécie vegetal estudada, o que pode contribuir na manutenção de suas florestas.
- d) As amostras de material se diferenciaram visualmente conforme a dimensão de partícula classificada e presente em cada uma das amostras.
- e) As amostras de materiais se diferenciam pelo atributo visual, mas também pelo atributo tátil.
- f) Os resultados abordaram tanto as questões da aparência como de uso do material no produto.
- g) A cor do material foi um atributo perceptivo considerado na sua aplicação.
- h) As amostras de materiais foram verificadas pelos atributos perceptivos como texturizadas, opacas, leves e resistentes.
- i) O material para aplicação em produto, conforme teoria e sugestões, pode ser moldado em forma tridimensional (molde), mas também a partir de perfis.
- j) O material para aplicação em produto, conforme teoria e sugestões, pode ser molde em peças maciças.
- k) Que a aplicação do material pode considerar a colocação de insertos para mecanismos e uniões, conforme a proposta de produto.
- l) A aplicação do material pode envolver superfícies texturizadas por meio de relevos ou rebaixos, e que devem ser considerados no desenho e projeto do molde.
- m) Formas ocas com ângulos negativos não são possíveis de serem obtidas pelo processo de compressão.
- n) As sugestões de aplicação do material compósito envolveram a viabilidade de outros processos de moldagem, como a injeção e moldagem direta (derramamento).
- o) A aplicação do material em produtos de uso pessoal e para alimentos precisa de novos estudos que verifiquem o tipo de resina.
- p) O design de produtos pode contribuir com as pesquisas e iniciativas de manutenção das Florestas com Araucária através da aplicação do resíduo do seu pseudofruto (pinha).

CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES

A proposta deste estudo relaciona-se as indagações feitas pela autora quanto às técnicas de moldagem de produtos durante as atividades em sala de aula em disciplinas de materiais e processos para cursos de formação superior em design de produtos, onde, os produtos moldados, a partir das suas mais variadas técnicas sempre se mostraram uma possibilidade rápida, com alto grau de confiabilidade de obtenção da forma e com menor geração de atividades secundárias e resíduos durante e ao fim dos processos, o que vem sendo reforçado pelo avanço dos processos de impressão em 3D tanto para os produtos quanto para os novos materiais de engenharia.

Além do mais, considerar que os produtos moldados podem ser obtidos empregando matérias-primas naturais e renováveis, como os lignocelulósicos, novos questionamentos em relação aos limites projetuais desta categoria de material se formaram, resultando na pesquisa e nos dados apresentados e discutidos.

O primeiro contato com o um material compósito formulado a partir do resíduo do pinhão se deu a através da parceria da Embrapa Floresta com curso de design do Centro Universitário UniBrasil, onde a autora coordenou o projeto gráfico do Livro “O Pinhão na Culinária” e supervisionou (como docente) o desenvolvimento de produtos e aplicação do material. A pesquisa desenvolvida pela Embrapa Floresta objetivava valorizar o pinhão na alimentação, tendo como resultado paralelo a formulação de um plástico madeira composto de polipropileno e do pó das cascas do pinhão (relatado na fundamentação teórica desta dissertação).

O plástico madeira desenvolvido pela Embrapa foi apresentado em perfis planos de 10 cm X 10 cm, e com o acabamento superficial liso e coloração marrom. Estas características delimitaram as propostas de produtos dos alunos, principalmente pelo formato de chapas e dimensão, o que iria requerer do uso de um grande número de materiais de união (roscas/soldas/etc.).

A superfície lisa (característica do plástico madeira) e a coloração marrom uniforme acabavam por pouco atribuir características próprias ao compósito, uma vez que, sem a apresentação do seu contexto de origem, poderia se supor que o material era feito a partir de qualquer resíduo lignocelulósico em pó, considerando também que os compósitos plástico madeira utilizam das fibras vegetais como material de reforço e com uma grande porcentagem de matrizes sintéticas.

Portanto a partir da parceria entre as Instituições supracitadas e das indagações levantadas durante a aplicação do material desenvolvido pela Embrapa Floresta, nasceu a motivação deste estudo e a curiosidade de observar quais seriam os resultados de aplicação se o material pudesse ser conformado (formato final do produto), apresentasse textura distinguível de outros materiais e que a quantidade de fibra vegetal empregada fosse maior que a de uma matriz sintética.

Portanto as premissas claras que deram origem a pesquisa, a prática profissional e o conhecimento relativo aos materiais e processos foram os alicerces para que os fundamentos teóricos fossem delimitados. A adoção de métricas a partir dos da produção de painéis aglomerados viabilizou a padronização do processo e a qualidade do produto moldado, sem que com isto se perdessem as características visuais específicas da fibra aqui estudada, observadas e relatadas após os testes de geração de partículas (estudo granulométrico).

As considerações finais da pesquisa se darão conforme os critérios que se mostraram delimitantes ao desenvolvimento de produtos moldados por compressão com material compósito particulado utilizando as escamas estéreis da pinha da Araucária.

6.1.1 Quanto ao compósito

O estudo da granulometria se mostrou essencial ao desenvolvimento do material e constatado durante o levantamento bibliográfico e de campo. É a partir do estudo da granulometria que se estabelecem os demais critérios métricos para obtenção de produtos com padrão aceitável de qualidade, sendo que neste estudo foram identificados três granulometrias e com diferença na dimensão entre as partículas, compreendendo, porém, que esta classificação possa ser novamente analisada objetivando a separação entre os elementos diferentes no interesse do seu emprego industrial em produtos moldados, tanto por compressão como por extrusão e injeção.

Compreende-se também que a eficiência no uso das partículas das escamas estéreis da Araucária se dará a partir do avanço das pesquisas que analisem sua estrutura física e caracterização química assim como dos estudos de novas combinações de mistura com resinas e ensaios para verificação das propriedades mecânicas dos compósitos fabricados com este tipo de partícula vegetal.

A espécie estudada apresentou as vantagens de fácil e abundante acesso ao material dentro da localidade onde ela se forma, sendo que esta etapa da pesquisa se preocupou apenas com o período reprodutivo da espécie para a sua obtenção, ademais a atividade de coleta é simples e só apresentou neste estudo o custo relativo ao transporte e as atividades de limpeza e separação de outros vegetais, já que é coletada no solo.

A manutenção das propriedades perceptíveis quanto à cor do material e sua perda de umidade se mostraram como desvantagem durante o processo, porém toda a falha coletada e armazenada não apresentou deterioração, apenas nas condições relatadas para a semente, o pinhão.

Observou-se a importância da realização das técnicas de geração e seleção das partículas logo após a coleta e limpeza e quando o material ainda apresenta maior teor de umidade. Diferentemente foi observado na semente, o pinhão, que tanto cru como cozido apresentou deterioração por microorganismos e insetos, além das atividades necessárias de descascamento e separação da amêndoa.

Identificou-se então que a fabricação e aplicação do material em produtos moldados exigirão dos equipamentos de moldagem, mas com fundamental importância as fases e equipamentos que determinam o tratamento das partículas, como moinhos e peneiras (ou classificadora) para a sua classificação.

Salienta-se que a resina, e a tecnologia que envolve sua aplicação, são os fatores que irão estabelecer os demais equipamentos, a qualidade final, a aparência e a categoria de produto moldado.

6.1.2 Quanto à moldagem e a aplicação do material

A moldagem para a aplicação do compósito foi o parâmetro que este estudo se propôs verificar, identificando certos limites e oportunidades para o material e o processo.

O processo de compressão se mostrou de fácil manipulação dentro dos requisitos utilizados pela indústria de painéis particulados, e os resultados da adoção destes requisitos demonstraram as características de reprodução da forma do molde e da qualidade superficial das peças moldadas.

As amostras foram desenvolvidas a partir de molde com formas geométricas e com presença de arestas e ângulos bem delimitados pós-moldagem o que se observou como interferência positiva na resistência do material moldado. Contudo não foram verificadas as situações de moldagem para formas planas, esféricas ou variação geométrica, como nas formas orgânicas.

O material também foi aplicado em peça oca e com espessura fina, não sendo observado seu comportamento em peças maciças. As bordas do material se mostraram como as áreas mais suscetíveis a danos e com difícil acabamento. A quantidade de material para conformação também é um critério a ser novamente verificado, tanto em termos de disposição no molde quanto da quantidade de partículas na mistura, sendo que os adotados neste estudo se mostraram satisfatórios, contudo a distribuição do material na peça moldada não apresentou uniformidade e não foram realizados ensaios mecânicos para o material.

O método de campo adotado no estudo para a aplicação do material (Fase Oficina) possibilitou o acesso aos resultados e se apresentou como uma abordagem adequada na interação entre os participantes, contudo sugere-se que novos resultados possam ser obtidos em procedimentos que envolvam diferentes perfis de participantes, como estudantes em vias de formação, designers, empresários e desenvolvedores de materiais, por exemplo.

Sugere-se, porém que a reflexão quanto aos materiais no design deve partir das condições que tratem da sua origem (o ambiente natural), da obtenção (as pessoas da cadeia) e do aprimoramento e aplicação (a técnica) e que dependem da origem e obtenção e priorizam a *performance* percebida, atitudes e escolhas de uso e consumo das pessoas, que necessitarão refletir sobre o destino do material (produto) quando este não lhe for mais útil.

Este estudo não considerou os critérios de fim de vida ou extensão da vida do material, o que sugere como de extrema valia, por outro lado, procurou contribuir com o estudo dos novos materiais e técnicas de aplicação, discorrendo sobre os fatores que precisam ser analisados no seu emprego no design de produtos, partindo da adoção de resíduo natural renovável como oportunidade para a conservação de espécie vegetal categorizada como “em extinção”, contudo a definição da resina empregada determinará os demais fatores ambientais do material, além daqueles anteriormente citados.

6.1.3 Quanto à espécie vegetal

Nas pesquisas realizadas sobre a Araucária objetivando contribuir com sua manutenção através do design de produtos, observou-se que as restrições legais quanto à espécie não oportunizam sua valorização como produto e geração de renda, e que sem o apoio de iniciativas governamentais, acadêmicas e da sociedade civil, este panorama tenderá a se manter ou poderá se agravar no decorrer dos anos.

O formato da cadeia extrativista do PFNM da Araucária tem se apresentado no mesmo nível de industrialização, justificado, em partes, pelo preço de oferta do pinhão no atacado e varejo nos últimos anos.

Contudo a abordagem de conservação da espécie vem se estruturando tanto pela revisão legal e incentivo ao manejo, como pela exploração da árvore como frutífera, ou seja, como produto para a alimentação, com expressivos resultados em iniciativas no estado de Santa Catarina. Porém a manutenção ou decréscimo da margem de preço de comercialização poderá apresentar os mesmos resultados sem pesquisas ou práticas de mercado que beneficiem seu PFNM, a fim de se apresentar como vantagem na manutenção das Florestas com Araucária.

Durante a pesquisa constatou-se que a maioria dos estudos observados trata das propriedades da madeira da Araucária, porém com relevante aumento no número de pesquisas sobre a aplicação do pinhão e de sua casca, onde o resíduo já se apresentou eficiente como biosorvente de alguns metais e como carvão vegetal.

No estado do Paraná, as pesquisas demonstram as regiões que concentram a produção e sua representatividade em quantidade produzida, oportunizando a definição das localidades que podem ser investigadas para aplicação de estratégias que envolvam tanto o beneficiamento e novos produtos alimentares a partir do pinhão, quanto à aplicação dos demais resíduos da espécie vegetal.

De acordo com o relato do professor e pesquisador Flavio Zanette para este estudo, o extrativismo não prejudica a manutenção da espécie, contudo a legislação restritiva não tem resultado na recuperação das florestas. Para o pesquisador é necessário incentivar novos plantios, pois já foi observada a dificuldade das mudas se desenvolverem naturalmente em áreas de floresta fechada, já que a regeneração dificilmente ocorre em pouca luz.

Sobre a aplicação de outras partes da árvore, o pesquisador sugere se pensar na reutilização da grinha (ou grimpa), os galhos secos, que são abundantes e acessíveis em grande parte do ano, assim como a mistura de resinas que possibilitem a geração de materiais biocompósitos no caso do compósito com a falha (escama estéril).

Por fim, a aplicação do compósito particulado com as escamas estéreis da Araucária se mostrou como possível por meio de produtos moldados por compressão, principalmente considerando os critérios aqui relatados e que objetivaram a padronização e melhoria do material e do processo como forma de aumentar seu valor percebido.

A sua aplicação em produtos de pequeno porte, ou como revestimento em outros produtos, pode se apresentar como alternativa viável em termos de investimentos e unidade fabril podendo também reverenciar a história por detrás do material, sua cultura e singularidade como espécie vegetal.

REFERÊNCIAS

- ALVES, R. V. **Estudo de caso da comercialização dos produtos florestais não madeireiros (PFNM) como subsídio para a restauração da floresta**. 2010. 231f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2010.
- AMARANTE, C. V. T. *et al.* **Conservação pós-colheita de pinhões [semente de *Araucaria angustifolia* (Bertolini) Otto Kuntze] armazenados em diferentes temperaturas**. Revista Ciência Rural, Santa Maria, v. 37, n. 2, p. 346-351, mar./abr. 2007.
- ARAÚJO, L. F. e GUIOTOKU, M. **Casca de pinhão: uma alternativa para a obtenção do carvão vegetal**. In: Encontro de Química da Região Sul. 18. Curitiba. 2010.
- ARC DESIGN. São Paulo: Quadrifoglio Editora Publication, n. 29, mar/abr. 2003, p. 21.
- ARC DESIGN. São Paulo: Quadrifoglio Editora Publication, n. 47, abr. 2006, p. 20.
- ASHBY, M. F. JOHNSON, K. **Materiais e design: arte e ciência da seleção de materiais no design de produto**. 2.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011. p. 4-30;270; 274; 281.
- ASHBY, M. F. e JOHNSON, K. **The art of materials selection**. In: Materials Today. 2003. v. 5. p. 24-35. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1369702103012239>>. Acesso em 6 mai. 2015.
- ASKELAND, D.R. **The Science and Engineering of Materials**. 6 ed. EUA.: Cengage Learning, 2010. p. 24-29.
- ASTM – AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Designation: D 1554 – 10. **Standard terminology relating to wood-base fiber and article panel materials**. PA, United State: May 1, 2010. Disponível em: <<http://www.astm.org/Standards/wood-standards.html>>. Acesso em 7 fev. 2016.
- _____. Designation: D 907 – 5. **Standard terminology of adhesive**. PA, United State: Feb 23, 2016. Disponível em:<<http://compass.astm.org/download/D907.13704.pdf>>. Acesso em 2 mar. 2016).
- BALBINOT, R. *et al.* **Tendências de consumo e preço de comercialização do pinhão (semente da *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze), no estado do Paraná**. Revista Ambiente, Guarapuava, v. 4, n. 3, p. 463-472, set./dez. 2008.

BASSO, C. M. G. **A Araucária e a paisagem do planalto sul brasileiro**. Revista de Direito Público, Londrina, v. 5, n. 2, p. 1-11, ago. 2010.

BATISTA, R. A. **Produção e avaliação sensorial de cerveja com pinhão (*Araucaria angustifolia*)**. 2014. 108 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia). Universidade de São Paulo, Lorena, 2014.

BEHLING, H. *et al.* **Dinâmica dos campos no sul do Brasil durante o Quaternário Tardio**. In: PILLAR, V. de P. Campos Sulinos. Conservação e uso sustentável da biodiversidade. Ed. 2. Brasília. 2009. Cap. 1, p. 13-25. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/publicacoes/biodiversidade/category/58-probio-i-serie-biodiversidade?download=964:campos-sulinos-conservacao-e-uso-sustentavel-da-biodiversidade>>. Acesso em 9 jul. 2016.

BERGLUND, L. e ROWEL, R. M. **Wood composites**. In: Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites. Florence, Ky: CRC Press, 2005. Disponível em: <http://www.fpl.fs.fed.us/documnts/pdf2005/fpl_2005_berglund001.pdf>. Acesso em 12 jan. 2016. Cap. 10, p. 279-301.

BIRON, M. **Thermoplastic composites**. In: Thermoplastics and thermoplastic composites. Technical information for plastic users. Elsevier, 2007. Cap. 6, p. 769-829. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/book/9781856174787>>. Acesso em: 6 mar. 2016.

_____. **Thermoplastic processing**. In: Thermoplastics and thermoplastic composites. Technical information for plastic users. Elsevier, 2007. Cap. 5, p. 715-766. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781856174787500088>>. Acesso em: 6 mar. 2016.

BISTAGNINO, L. **Design Sistêmico: uma abordagem interdisciplinar para a inovação**. Caderno de Estudos Avançados em Design. Sustentabilidade II. Barbacena, p. 13-28, 2009. Disponível em: <http://www.tcdesign.uemg.br/pdf/Sustentabilidade_II.pdf>. Acesso em 6 mai 2016.

BITTENCOURT, A. M. **Aspectos econômicos do pinhão nas mesorregiões sudeste e centro-sul do estado do Paraná**. 2012. 195f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal). Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2012.

BITTENCOURT, A. M; SANTOS, A. J. dos; RIBEIRO, R. M. **A renda do pinhão nas propriedades rurais da região sudeste do Paraná**. Enciclopédia Biosfera. Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 11, n. 21, p. 2778-2792, 2015.

BLEDZKI, A. K. e GASSAN J. **Composites reinforced with cellulose based fibres**. In: Progress in Polymer Science. v. 24, n. 2, p. 221-274. mai 1999. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0079670098000185>>. Acesso em 11 fev. 2016.

BRASIL. CONAMA. Resolução N. 278. **Dispõe sobre o corte e a exploração de espécies ameaçadas de extinção da flora da Mata Atlântica.** Ministério do meio Ambiente. Julho de 2001.

_____. Lei Federal nº 11.428/2006 de 22 de dezembro de 2006. **Proteção da Vegetação nativa do Bioma mata Atlântica.** Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil], Brasília, 2006.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Instrução Normativa N 3. Art. 1º **Dispõe reconhecer as espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção.** Setembro de 2008.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes.** Secretaria de defesa agropecuária. Brasília, 2009.

_____. Lei nº 12. 305 de 2 de agosto de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos.** Diário Oficial da União [da República Federativa do Brasil], Brasília, 2010.

_____. SNIS. **Diagnóstico do Manejo dos resíduos Sólidos Urbanos.** Ministério das Cidades, Brasília, 2011. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos>>. Acesso em 3 jun. 2016.

_____. PNRS. **Cadernos de Diagnóstico de Resíduos Sólidos.** Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2012. Disponível em: <<http://www.sinir.gov.br/web/guest/plano-nacional-de-residuos-solidos>>. Acesso em 3 maio 2016.

_____. SNIS. **Diagnóstico do Manejo dos resíduos Sólidos Urbanos.** Ministério das Cidades, Brasília, 2014. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos>>. Acesso em 3 jun. 2016.

BREMBATTI, K. **Corte de Araucária está proibido até 2017.** Gazeta do Povo. Curitiba, 20 set. 2016. Cadernos Vida e Cidadania. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/corte-de-araucaria-esta-proibido-ate-2017-8cme050kdth3uvb9p1lbs4fq8>>. Acesso em 20 out. 2016.

CALEGARI, E. P. **Estudo da aplicação de compósitos biodegradáveis à base de biopolímero e fibras de curauá no design de produto.** 2013. 222 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2013. Disponível em: <<file:///C:/Users/user/Downloads/000910556.pdf>>. Acesso em 9 jun. 2016.

CALEGARI, E. P e OLIVEIRA, B. F. de. **Aspectos que influenciam a seleção de materiais no processo de design.** Arcos Design. Rio de Janeiro. v. 8, n. 1 p. 1-19. jun. 2014.

CALLISTER, W. D. Jr. **Ciência e engenharia de materiais uma introdução.** 7.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008. p. 403; 410; 422-454.

CAMPOS, J. **Cinco motivos que fazem do Paraná uma “região agrícola”, com muito orgulho.** Gazeta do Povo. Curitiba, 22 nov. 2016. Caderno Agronegócio Disponível em: <http://www.gazetadopovo.com.br/agronegocio/agricultura/cinco-motivos-que-fazem-do-parana-uma-regiao-agricola-com-muito-orgulho-346hcekn4cs7mz1lpukt5uklp/?utm_source=facebook>.

Aceso em 23 NOV. 2016.

CANDAU, V.M.F. SCAVINO, S. **Educação em direitos humanos e formação de professores/as.** In: SCAVINO, S.; CANDAU, V.M.F. (Org.). Educação em direitos humanos: temas, questões e propostas. Petrópolis: DP et alii, 2008.

CANGEMI, J. M. **Biodegradação de poliuretano derivado do óleo de mamona.** 2006. 163 f. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo. São Carlos, 2006. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/75/75132/tde-26042007-091940/en.php>>. Acesso em 3 fev. 2016.

CANTERO, G. et. al. **Mechanical behavior of wood/polypropylene composites: effects of fibre treatments and ageing processes.** In: Journal of Reinforced Plastics and Composites, v. 22, n. 1/2003. Acesso em: 26 jan. 2016.

CAPELLA, A. C. V.; PENTEADO, P. T. P. S.; BALBI, M. E. **Semente da *Araucária angustifolia*: aspectos morfológicos e composição química da farinha.** B. CEPPA, Curitiba, v. 27, n. 1, p. 135-142, jan./jun. 2009.

CARLUCCI, M.B. et al. **Conservação da Floresta com Araucária no extremo sul do Brasil.** 2011. Disponível em: <<http://doi.editoracubo.com.br/10.4322/natcon.2011.015>>. Acesso em: 27 abr. 2015.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira.** Colombo: Embrapa. 1994.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras.** 1. Ed. v. 1. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. Colombo. 2003. p. 801-812.

CERTI. **Diagnóstico das cadeias produtivas do pinhão e da erva-mate. Com análise da cadeia de valor e de impactos, normatização, política & efetividade e benchmark.** 2012. Disponível em: <[file:///C:/Users/user/Downloads/Volume%20I%20%20Diagnostico%20das%20cadeias%20produtivas%20do%20pinhao%20e%20da%20erva%20mate%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/Volume%20I%20%20Diagnostico%20das%20cadeias%20produtivas%20do%20pinhao%20e%20da%20erva%20mate%20(1).pdf)>. Acesso em: 30 abr. 2015.

CINTRA, L. **Designer espanhol aproveita borra de café para iluminação**. Revista Super Interessante. 9 mai. 2012. Ideias Verdes. Disponível em: <<http://super.abril.com.br/blogs/ideias-verdes/designer-espanhol-reaproveita-borra-de-cafe-para-iluminacao/>>. Acesso em 9 out. 2016.

CLEMONS, C. **Wood-plastic composites in the United States**. Forest Products Journal, v. 52, n. 6. 2002. p. 7-20.

CORNEJO, F.E.P. *et al.* **Descascamento e secagem de pinhão (*Araucaria angustifolia*) para obtenção de farinha**. Comunicado Técnico 206. 1º Ed. Embrapa Indústria de Alimentos. Rio de Janeiro. 2014. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/117436/1/CT-206-4.pdf>>. Acesso em: 9 mai. 2015.

CORREA, C. A. *et. al.* **Compósitos termoplásticos com madeira**. In: Polímeros: Ciência e Tecnologia, São Paulo, v. 13, n. 3, p. 154-165, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/po/v13n3/v13n3a05.pdf>>. Acesso em 13 fev. 2016.

COSTA, F. J. O. G. *et al.* **Metodologia para determinação instrumental da cor de pinhões de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze**. Comunicado Técnico 322. 1º Ed. Embrapa Floresta. Colombo. 2013. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/92449/1/CT-322-Catie.pdf>>. Acesso em: 7 mai. 2015.

DAMAZIO, V. **Sobre “PPD-CV conclusão hoje**. In: COELHO, L. A. L. Design Método. Ed. 1. Rio de Janeiro. Editora PUC-Rio e Editora Novas Ideias. 2006. p. 54-63.

DANNER, M. A.; ZANETTE, F.; RIBEIRO, J. Z. **O cultivo da araucária para a produção de pinhões como ferramenta para a conservação**. Pesquisa Florestal Brasileira, Colombo. v. 32, n. 72, p. 441-451, out./dez. 2012.

DIAS, M. R. A. C. **Percepção dos materiais pelos usuários: modelo de avaliação Permatius**. 2009. 368 f. Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

DIAS, S. L. F. G. e BORTOLETO, A. P. **A prevenção de resíduos sólidos é o desafio da sustentabilidade**. Ed. 1. Design, resíduo e dignidade, São Paulo, 2014.

DOORDAN, D. P. **On Materials**. Design Issues, Cleveland, v. 19, p. 3-8, 2003. Disponível em: <<http://www3.nd.edu/~ddoordan/onMaterials.pdf>> Acesso em: 14 out. 2016.

DRUMMOND, J. A. **Natureza rica povos pobres? – Questões conceituais e analíticas sobre o papel dos recursos naturais na prosperidade econômica**. Ambiente & Sociedade, Campinas, Ano V, n. 10, set. 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asoc/n10/16885.pdf>>. Acesso em 22 de jan. 2016.

DUNKY, M. e PIZZI, A. **Wood Adhesives**. In: Adhesion Science and Engineering, 2002. v. 1, Cap. XXIII, p.1039-1103. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780444511409500238>>. Acesso em 5 mar. 2016.

EMBRAPA. **Degustação e oficina do livro “O Pinhão na Culinária” no Mercado Municipal de Curitiba**. Portal Embrapa, Notícias, 17 jul. 2015. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/3693216/degustacao-e-oficina-do-livro-o-pinhao-na-culinaria-no-mercado-municipal-de-curitiba>>. Acesso em 3 mar. 2016.

EM DISCUSSÃO. Brasília: João Carlos Teixeira, n. 22, p. 26-31, set. 2014. Disponível em: <http://www12.senado.leg.br/emdiscussao/edicoes/residuos-solidos/@@images/arquivo_pdf/>. Acesso em 9 jun. 2016.

FERNANDES, F. M. B. **Considerações metodológicas sobre a técnica da observação participante**. In MATTOS, R. A.; BAPTISTA, T. W. F. Caminhos para análise das políticas de saúde, 2011. p. 262-274. Disponível em: www.ims.uerj.br/ccaps. Acesso em: 10 dez. 2016.

FIGUEIRÊDO, M. do A. C. *et al.* **Metodologia de Oficina Pedagógica: uma experiência de extensão com crianças e adolescentes**. Revista Eletrônica Extensão Cidadã. João Pessoa, 2006, v. 2, p. 1-12. Disponível em: <<http://periodicos.ufpb.br/index.php/extensaocidada/article/view/1349/1022>>. Acesso em: 12 dez. 2016.

FLORIANI, G. dos S. **Debulhando pinha semeando pinhão: propostas de uso e conservação para a Araucária**. Revista Brasileira de Agroecologia, Porto Alegre, v. 2, n.1, p. 1803-1806, fev. 2007.

FUNDAÇÃO GRUPO BOTICÁRIO. **Cerveja de pinhão sustentável chega ao mercado nacional**. Notícias, 25 jun. 2015. Disponível em: <<http://www.fundacaogrupoboticario.org.br/pt/noticias/pages/cerveja-de-pinhao-sustentavel-chega-ao-mercado-nacional.aspx>>. Acesso em 30 out. 2016.

GODOY, R.C.B; DELIZA, R. e NEGRE, M. F. **Atitude do consumidor em relação ao pinhão: estratégias para a valorização e conservação da espécie *Araucaria angustifolia***. In: Simpósio Ibero Americano em Análise Sensorial, 4. 2010, São Paulo. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/134072/1/0336-Atitude-catie.pdf>>. Acesso em: 15 mai. 2015.

GODOY, R. **Avaliação do potencial do pinhão na alimentação e no desenvolvimento de produtos** – PINALIM. Embrapa Floresta. Colombo. 2012.

HASELEIN, C. R. *et al.* **Resistência mecânica e a umidade de painéis aglomerados com partículas de madeira de diferentes dimensões**. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 12, n. 2, p. 127-134, jul. 2002. Disponível em:

<[http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/bitstream/handle/123456789/12112/Ci%C3%A9ncia Florestal v12_n2_p127-134_2002.pdf?sequence=1](http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/bitstream/handle/123456789/12112/Ci%C3%A9ncia_Florestal_v12_n2_p127-134_2002.pdf?sequence=1)>. Acesso em 22 fev. 2016

IFSCTV. **Campus Urupema desenvolve cerveja de pinhão**. LinkDigital. O blog dos servidores do IFSC, 27 out. 2016. Disponível em: <https://linkdigital.ifsc.edu.br/2016/10/27/campus-urupema-desenvolve-cerveja-de-pinhao/>>. Acesso em 31 out. 2016.

IWAKIRI, S. **Painéis de madeira reconstituída**. Curitiba: FUPEF, 2005.

JAREK, J. **Design e inovação no aproveitamento sustentável de resíduos em empresas de embalagem de papelão**. 2014. 87 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, 2014.

JOHN, M. C.; THOMAS, S. **Biofibres and biocomposites**. In: Carbohydrate Polymers. v. 71, n. 3, p. 343-364, fev, 2008. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144861707002974>>. Acesso em 26 fev. 2016.

JONES, J. C. **Design Methods**. 2. ed. Nova York: John Wiley & Sons, Inc. 1992.

KIM, S. Y. **A Study on the Up-cycling Trend in Fashion for Environment-Friendly Design**. Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles. Korea, v 36, n 3, p. 293-301, 2012. Disponível em: <http://ocean.kisti.re.kr/download/volume/ksct/GORHB4/2012/v36n3/GORHB4_2012_v36n3_297.pdf>. Acesso em 5 set. 2016.

KINDLEIN, W. J. **Product's design and materials selection with focus on the 3R's**. Cadernos de Estudos Avançados em Design. Sustentabilidade I. Barbacena, v. 3, p. 191-212, 2013. Disponível em: <<http://www.ppgd.uemg.br/publicacoes/cadernos-de-estudos-avancados-em-design/>>. Acesso em 27 jun. 2016.

KOCH, Z. **Araucária: a floresta do Brasil meridional**. Curitiba: Olhar Brasileiro, 2002. p. 35; 39.

KRUCKEN, L. e TRUSEN, C. **A comunicação da sustentabilidade de produtos e serviços**. Cadernos de Estudos Avançados em Design. Sustentabilidade I. Barbacena, v. 3, p. 65-74, 2013. Disponível em: <<http://www.ppgd.uemg.br/publicacoes/cadernos-de-estudos-avancados-em-design/>>. Acesso em 27 jun. 2016.

KULA, D. TERNAUX, E. **Materiology the creative industry's guide to materials and technologies**. Basel – Boston – Berlin: Birkhäuser Verlag AG, 2009. p. 135 e 225.

LAROUSSE, **Ilustrado da língua portuguesa**. São Paulo: Larousse do Brasil, 2004.

LEFTERI, C. **Como se faz: 82 técnicas de fabricação para design de produtos**. São Paulo: Editora Blucher, 2009. p. 81; 156 e 157; 181.

LESKO, J. **Design Industrial: materiais e processos de fabricação**. 1.ed. São Paulo: Edgar Blücher, 2004. p. 168; 174.

LIMA, M. A. M. **Introdução aos materiais e processos para designers**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2006. p. 16; 192 e 193; 184.

LÖBACH, Bernd. **Design Industrial: bases para a configuração dos produtos industriais**. São Paulo: Edgar Blücher, 2001.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 5.ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2008. v. 1. p. 17.

LUBAS, M. **Memória e sustentabilidade: a cultura tradicional dos pinhоеiros em São José dos Pinhais e Tijucas do Sul/PR**. 1.ed. São José dos Pinhais: Edição do autor, 2014. p. 28 e 29.

MAINIERI, C. e CHIMELO J. P. **Fichas de características das madeiras brasileiras**. 2º Ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Divisão de Madeiras, (Publicação IPT: n. 1791). 1989.

MANZINI, E. VEZZOLI, C. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis. Os requisitos ambientais dos produtos industriais**. 1 ed. 2 reimp. São Paulo, EDUSP, 2008.

MARCONI, M. de A. LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. Maria de Andrade Marconi, Eva Maria Lakatos - 7.ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MARKARIAN, J. **Wood-plastic composites: current trends in materials and processing**. In: *Plastics, Additives and Compounding*, v. 7, cap. 5. p. 20-26. 2005. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1464391X05704530>>. Acesso em 27 fev. 2016.

MARRA, A.A. **Technology of wood bonding: principles in practice**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992.

MARTINS, G. S. **Preparação e caracterização de compósitos de poli (cloreto de vinila) reforçados com fibra de sisal**. 2003. 65 f. Dissertação (Mestrado apresentado à Área Interunidades Ciência e Engenharia de Materiais) – Universidade de São Paulo São Carlos, SP, 2003.

MARTINS, G. S. **Preparação e caracterização de compósitos de poli (cloreto de vinila) reforçados com fibra de sisal**. 2003. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Materiais) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

MATOSKI, A. **Utilização de pó de madeira com granulometria controlada na produção de painéis de cimento-madeira**. 2005. 202 f. Tese (Pós Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

MATTOS, J.R. **O Pinheiro Brasileiro**. 2ed. Lages: Artes Gráficas Princesa. 1994.

MATTOSO, L. H. C. et. al. **Utilização de fibras vegetais para reforço de plásticos**. In: Pesquisa em andamento. Embrapa, São Carlos, n. 3, p. 1-4, nov, 1996. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAfaSQAL/fibras-vegetais-reforco-plasticos>. Acesso em 17 fev. 2016.

MAZZA, C. A. S. *et al.* **Conservação e uso dos recursos florestais não madeiráveis da floresta com Araucária: Programa Conservabio**. Colombo. Embrapa Florestas, 2012. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1006236/1/Doc.238.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2015.

MEURER, Bernd. **The transformation of design**. Design Issues, v. 17, n. 1 (Winter, 2001). p. 44-53.

MISSIO, A. L.; MATTOS, B. D.; MAGALHÃES, W. L. **Utilização de casca de pinhão para a fabricação de compósitos**. In: Evinci. Embrapa Floresta. X. 2011. Colombo. Anais do X Evento de Iniciação Científica da Embrapa Floresta.

MOURÃO, N. M. **Sustentabilidade na produção artesanal com resíduos vegetais: uma aplicação prática de design sistêmico no Cerrado Mineiro**. 2011. 219. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <<http://www.ppgd.uemg.br/wp-content/uploads/2012/08/Nadja-Maria-Mour%C3%A3o.pdf>>. Acesso em 20 jun. 2015.

MOVIMENTO. **Slowfood Brasil**. Disponível em: <<http://www.slowfoodbrasil.com>>. Acesso em: 30 dez. 2016.

OLIVEIRA, A. K. F. de. **Estudo da viabilidade técnica de utilização do compósito poliuretano de resina de mamona e fibra de ubuçu na fabricação de pisos e revestimentos**. Tese (Doutorado). Programa de Pós-graduação em Engenharia de Materiais e de Processos Químicos e Metalúrgicos do Departamento de Engenharia de Materiais do Centro Técnico Científico da PUC-Rio, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0721394_2011_pretextual.pdf. Acesso em 26 set. 2016.

PADILHA, A. F. **Materiais de engenharia: microestrutura e propriedade**. São Paulo: Hemus, 1997. p. 21; 30-31.

PAIVA, J. M. F. *et al.* **Carbons material from sisal and sugarcane bagasse reinforced lignophenolics matrices composites**. In: Natural polymers and composite, 4, 2002. P. 416-421.

PARCHEN, C. F. A. **Compósito madeira cimento de baixa densidade produzido com compactação vibro dinâmica**. 2012. p. 173. Tese (Pós Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

PLATAFORMA INNOVATIVES. **Challenge Biodiversity conservation and business - is that possible? Let's find out**. Disponível em <<https://www.innonatives.com/challenge/so-biodiversity-conservation-and-business-is-that-possible-lets-find-out-together/view>>. Acesso em: 30 dez. 2016.

PRODANOV, C. C. **Metodologia do trabalho científico** [recurso eletrônico]: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico 2. ed. – Novo Hamburgo: Feevale, 2013. Modo de acesso: www.feevale.br/editora.

RAZERA, D. L. **Estudo sobre as interações entre as variáveis do processo de produção de painéis aglomerados e produtos moldados de madeira**. 2006. p. 157. Tese (Pós Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

RAZERA, D. L. SANTOS, A. dos. **Compressão a Frio de Produtos Moldados a Base de Resíduos de Madeira como Alternativa para a Manufatura Sustentável no Setor Florestal**. Estudos em Design, Rio de Janeiro, v. 16, p. 1-16, 2008. Disponível em: < http://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/estudos_em_design.php?strSecao=INPUT2&Session=SHOW11&NrSecao=1&NrSeqFas=64&cor=> . Acesso em 22 jan. 2016.

REMADE. Revista da Madeira. **Comportamento da madeira com fogo**. Curitiba: Lettech Editora. n. 128, 2011. Disponível em: <http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=1546&subject=Combust%E3o&title=Comportamento%20da%20madeira%20exposta%20ao%20fogo>. Acesso em: 17 jan. 2016.

RIBEIRO, R. M.; SANTOS, A. J. dos; BITTENCOURT, A. **A política de garantia de preços mínimos para o pinhão**. Pesquisa Florestal Brasileira. Brazilian Journal of Forestry Research, Colombo, v. 35, n. 84, p. 459-468, out./dez. 2015.

RIOS, P. D'A. *et al.* **Avaliação física e mecânica de painéis reconstituídos compostos por partículas da galhos secos de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze e madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden**. Scientia Forestalis, Piracicaba, v. 43, n. 106, p. 283-289, jun. 2015.

RITTNER, J. **What Would Nature Do? Danielle Trofe Urges Designers to Ask**. Core 77, Nova York, set. 2016. Disponível em: <<http://www.core77.com/posts/56621/What-Would-Nature-Do>> Acesso em 3 nov. 2016. <http://www.core77.com/gallery/23705/Vienna-Design-Week-2012#image=37>

ROSA, M. F. *et al.* **Valorização de resíduos da agroindústria**. In: Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de resíduos Agropecuários e Agroindustriais, II, 2011, Foz do Iguaçu. Palestras, v. 1, p. 98-105. Disponível em: <<http://www.sbera.org.br/2sigera/obras/p12.pdf>>. Acesso em 7 mar. 2015.

ROSATO, D. M.; ROSATO, D. V. e ROSATO, M. V. **Compression Molding**. In: Plastic Product Material and Process Selection Handbook. P. 439-454. 2004. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781856174312500177>>. Acesso em 2 mar. 2016.

ROSOT, M. A. D. **Manejo florestal de uso múltiplo: uma alternativa contra a extinção com Floresta com Araucária?** Pesquisa Florestal Brasileira, Colombo, n.55, p. 75-85, jul./dez. 2007.

ROWELL, R. *et al.* **Applications of Jute in Resin Transfer Molding**. International Seminar on Jute Allied Fibres: Changing Global Scenarios. National Institute of Research on Jute & Allied Fibre Technology. Indian Council of Agricultural Research Mumbai. 1997. Disponível em: <<http://tokencreekscientific.com/oldsite/publications/rowel97h.pdf>>. Acesso em: 3 fev. 2016.

SALIBA, E. O. S. *et al.* **Ligninas: método de obtenção e caracterização química**. Ciência Rural, Santa Maria, v. 31, n. 5, p. 917-928, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/cr/v31n5/a31v31n5.pdf>>. Acesso em 3 jan. 2016.

SAMPIERI, R. H. COLLADO, C. F. e LUCIO, P. B. **Metodologia de pesquisa**. 3.ed. São Paulo: Mc Graw-Hill, 2006.

SANQUETTA, C. R. **Pinheiro-do-Paraná: lendas & realidades**. 2.ed. Curitiba: Optagraf, 2007. p. 6.

SANQUETTA, C.R. e MATTEI, E. **Perspectivas de recuperação e manejo sustentável das florestas de araucária**. Curitiba: Multi-graphic Gráfica e Editora, 2006.

SANTOS, A. J. *et al.* **Aspectos produtivos e comerciais do pinhão no estado do Paraná**. Revista Floresta, Curitiba, v. 32, n. 2, p. 163-169, 2002.

SANTOS, B.F. e CAVALCANTI, A. L. M. S. **Um olhar do design a partir da abordagem do Upcycling**. In: Gampi Plural, 2015, Joinville, 2015. Disponível em: <http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/designproceedings/gamp2015/IC_02.pdf>. Acesso em 9 set. 2016.

SANTOS, F. A. **Uso das escamas da pinha da *Araucaria angustifolia* para bissorção de metais pesados de efluente industrial de galvanoplastia**. 2007. 147f. Dissertação (Mestrado em Engenharia

e Tecnologia dos Materiais) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2007.

SANTOS, F. A.; PIRES, M. J. R. e CANTELLI, M. **Tratamento de efluente de galvanoplastia por meio de bioissorção de cromo e ferro com escamas da pinha da *Araucaria angustifolia***. Revista Escola de Minas, v. 64, n. 4, p. 499-504, out./dez. 2011.

SCHIER, R. A. **Trajetórias do conceito de paisagem na geografia**. RA'E GA, O Espaço Geográfico em Análise, Curitiba, n. 7, p. 79-85, 2003.

SCHVEITZER, B. *et al.* **Caracterização química de pinhões sementes da *Araucaria angustifolia* – em diferentes forma de preparo**. Revista Interdisciplinar de Estudos em Saúde, Caçador, v. 3, n. 1, p. 93-104, 2014.

SEBRAE. Sou Curitiba Souvenirs. Curitiba, 2016. Disponível em: <<http://sites.pr.sebrae.com.br/soucuritiba/pagina-exemplo/>>. Acesso em 14 out. 2016.

SHAMSURI, A. A. **Compression Moulding Technique for Manufacturing Biocomposite Products**. In: International Journal of Applied Science and Technology, USA, v. 5, n. 3, p. 23-26, jun. 2015. Disponível em: http://www.ijastnet.com/journals/Vol_5_No_3_June_2015/3.pdf. Acesso em 2 mar. 2016.

SILVA, J. S. G.; HEEMANN, A. **Eco-Concepção: design, ética e sustentabilidade ambiental**. In: Encontro em Sustentabilidade em Projeto do Vale do Itajaí, I. ENSUS. Florianópolis, abr. 2007. Disponível em: <<http://ensus2007.paginas.ufsc.br/files/2015/08/Eco-Concep%C3%A7%C3%A3o-Design-%C3%89tica-e-Sustentabilidade-Ambiental1.pdf>>. Acesso em 7 mai. 2015.

SILVA, L. F. et. al. **Produção biotecnológica de poli-hidroxialcanoatos para a geração de polímeros biodegradáveis no Brasil**. Química Nova, v. 30, n. 7, p. 1732-1743, Ago. 2007.

SMITH, W. F. HASHEMI, J. **Fundamentos de engenharia e ciência dos materiais**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2012.

SOARES, T. S. e MOTA, J.H. **Araucária – O Pinheiro Brasileiro**. Revistas Científicas Eletrônicas – Engenharia Florestal – FAEF, Garça, ano 2, n. 3, fev. 2004.

SORS, L. **Plásticos moldes e matrizes**. São Paulo: Hemus, 2002. p. 17-25; 33-34. s/a.

SOUSA, V. A.; AGUIAR, A. V. **Programa de melhoramento genérico da Araucária da Embrapa Florestas: situação atual e perspectivas**. Documentos 237. 1º Ed. Embrapa Florestas. Colombo. 2012.

Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/931330/1/Doc.237.pdf>>. Acesso em: 3 jun. 2015.

TEIXEIRA, M. G. **Aplicação de conceitos da ecologia industrial para a produção de materiais ecológicos: o exemplo do resíduo de madeira**. 2005. 132 f. Dissertação (Mestrado Profissional). Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2005. Disponível em: <http://www.teclim.ufba.br/site/material_online/dissertacoes/dis_marcelo_g_teixeira.pdf>. Acesso em 7 nov. 2016.

THAKUR, V. K. e THAKUR, M. K. **Processing and characterization of natural cellulose fibers / thermoset polymer composites**. Carbohydrate Polymers, v.109, p. 102-117, Ago. 2014. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144861714002719>>. Acesso em 27 fev. 2016.

TRISOTO, F. **O pinhão no laboratório**. Gazeta do Povo. Curitiba, 6 jun. 2013. Caderno Vida e Cidadania. Disponível em: <http://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/o-pinhao-no-laboratorio-e2qdupr8s6gvantm940gqeji>. Acesso em: 17 dez. 2015.

VALENTE, T. P.; NEGRELLE, R. R. B.; SANQUETTA, C. R. **Regeneração de *Araucaria angustifolia* em três fitofisionomias de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista**. HIERINGIA, Série Botânica, Porto Alegre, v.65, n.1, p. 17-24, jun. 2010.

VERONEZE, S. M. A. **Estudo da aplicação de compósito madeira-plástico em gabinete de eletrodomésticos “linha branca”**. 2010. 223 f. Dissertação (Mestrado em Design). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

VEZZOLI, C. **Design de sistemas para a sustentabilidade**. Ed. 1. Salvador. EDUFBA, 2010.

VICK, C. B. **Adhesive bonding of wood materials**. In: Wood handbook. Wood as an engineering materials. 1999. cap. 10, p. 1-25. Disponível em: <<http://www.treeseearch.fs.fed.us/pubs/7139>>. Acesso em 3 mar. 2016.

VIEIRA-DA-SILVA e C. REIS, M. S. **Produção de pinhão na região de Caçador/SC: aspectos de obtenção e sua importância para comunidades locais**. Revista Ciência Florestal, Santa Maria, v. 19, n. 4, p. 363-374, out./dez. 2009.

VIEIRA-DA-SILVA, C.; MIGUEL L. A.; REIS, M. S. **Utilizações alternativas para as “falhas”, componente da pinha (*Araucaria angustifolia*), e seu potencial para a agricultura de base agroecológica**. In: Congresso Brasileiro de Agroecologia. 7. 2011. Fortaleza. Resumos do VII Congresso Brasileiro de Agroecologia.

VIEIRA-DA-SILVA, C.; MIGUEL L. A. **Os canais de comercialização do pinhão e seus agentes, São Francisco de Paula – RS**. In: Encontro de Economia Gaúcha. 7. 2014. Porto Alegre. Disponível em:

<<http://www.fee.rs.gov.br/wp-content/uploads/2014/05/201405267eeg-mesa19-canaiscomercializacaoapinhao.pdf>>. Acesso em: 23 set. 2015.

VITAL et. al. **Efeito da geometria das partículas nas propriedades das chapas de madeira aglomerada de Eucalyptus grandis (Hill ex-Maiden)**. Revista Árvore, Viçosa, v. 16, n. 1, p. 88-96, 1992.

YAMAJI, F. M. **Produção de compósito plástico- madeira a partir de resíduos da indústria madeireira**. 2004. p. 182. Tese (Pós Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

YAMAJI, F. M. & BONDUELLE, A. **Utilização da serragem n produção de compósitos plástico-madeira**. Revista Floresta, Curitiba, v. 34, n.1, p. 59-66, jan./abr. 2004.

YOUNGQUIST, J. A. **Wood-based composites and panel products**. In: Wood handbook. Wood as an engineering material. Madison, 1999. cap. 10, p.10-31. Disponível em: <http://www.woodweb.com/knowledge_base/Wood_Handbook.html>. Acesso em 12 fev. 2016.

WALTER, Y. **O conteúdo da forma: subsídios para seleção de materiais e design**. 2006. 113 f. Dissertação (Mestrado em Desenho Industrial) – Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da Universidade Estadual Paulista, "Julio de Mesquita Filho", Bauru, 2006. Disponível em: <https://www.faac.unesp.br/Home/Pos-Graduacao/Design/Dissertacoes/yuri.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2016.

ZANETTE, F. **A Araucária como fruteira para a produção de pinhões**. Jaboticabal: Funep, 2010.

APÊNDICES**APÊNDICE A – TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE SOM E IMAGEM**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN

AUTORIZAÇÃO

Pelo presente instrumento, eu, Sr.(a) _____,
nascido(a) a ____/____/____, em _____,
residente _____, autorizo
o voluntariamente a Débora Jordão Cezimbra, com CPF 024.305.779-25, residente na Rua São Pio X, nº
686, apartamento nº 31, Ahú, Curitiba, Paraná, a utilizar a minha imagem e voz, bem como as
informações por mim fornecidas, em mídias impressas e digitais de cunho científico e cultural.
Certo que o uso de imagem, voz e das informações por mim concedidas destinam-se à produção de
obra intelectual organizada e de titularidade de Débora Jordão Cezimbra, estando definido que é
expressamente proibido explorar o material e informações de um modo que possa ser considerado
como atentado à minha vida e de difundi-las sobre qualquer suporte considerado pornográfico,
xenófobo, violento ou ilícito.
Reconheço que não exista ligação a nenhum contrato de exclusividade do uso do meu nome ou
imagem, ou quaisquer pagamentos. Pois, estas imagens e informações são exclusividade da pesquisa:
**"A UTILIZAÇÃO DAS ESCAMAS ESTÉREIS DA PINHA DA ARAUCÁRIA (*Araucaria angustifolia*) EM
COMPÓSITOS E SUA APLICAÇÃO NO DESIGN DE PRODUTOS MOLDADOS** e dos Instrumentos vinculados a
ela, em mídias impressas e digitais de cunho científico e cultural.

Curitiba, ____ de _____ de 2017.

Assinatura:

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO APLICADO NA FASE OFICINA



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN

MESTRANDA: Débora Jordão Cezimbra

TÍTULO DA PESQUISA: “Aplicação das escamas estéreis
da pinha da Araucária (*Araucaria angustifolia*)
no design de produtos moldados.”

CÓDIGO DO ALUNO

QUESTIONÁRIO PERCEPTIVO I

EM RELAÇÃO AO PROCESSO DE CONFORMAÇÃO DAS AMOSTRAS.

1. APRESENTARAM DESMOLDAGEM SATISFATÓRIA À REPRODUÇÃO DA FORMA.

☐
☐
☐
☐
☐

Discordo totalmente Discordo parcialmente Indiferente Concordo parcialmente Concordo totalmente

2. CORRESPONDERAM DE FORMA RELEVANTE AO DESENHO DO MOLDE E CONTRAMOLDE. (reproduziram fielmente a forma).

☐
☐
☐
☐
☐

Discordo totalmente Discordo parcialmente Indiferente Concordo parcialmente Concordo totalmente

3. OS ÂNGULOS E ARESTAS CORRESPONDERAM DE FORMA RELEVANTE AO DESENHO DO MOLDE. (reproduziram fielmente a forma).

☐
☐
☐
☐
☐

Discordo totalmente Discordo parcialmente Indiferente Concordo parcialmente Concordo totalmente

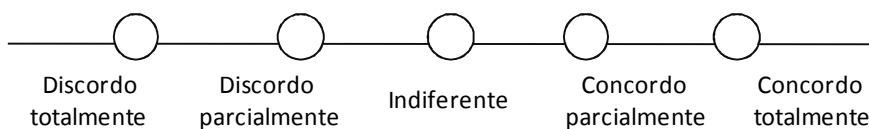
4. A DIFERENÇA NO TAMANHO DAS PARTÍCULAS ENTRE AS AMOSTRAS APRESENTOU TAMBÉM DIFERENÇA EM RELAÇÃO À DESMOLDAGEM E A OBTENÇÃO DA FORMA.

☐
☐
☐
☐
☐

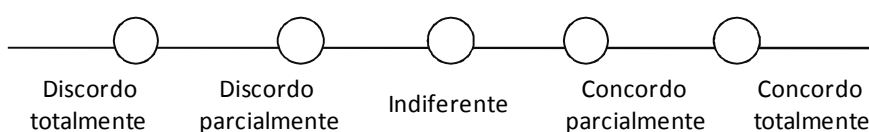
Discordo totalmente Discordo parcialmente Indiferente Concordo parcialmente Concordo totalmente

EM RELAÇÃO À ESPÉCIE VEGETAL (ARAUCÁRIA).

1. PRODUTOS FEITOS COM O RESÍDUO DA ARAUCÁRIA NECESSITAM APRESENTAR CONCEITOS VISUAIS E DE USO QUE REFERENCIANDO O LOCAL DE ORIGEM DA ESPÉCIE. (valorização do local).

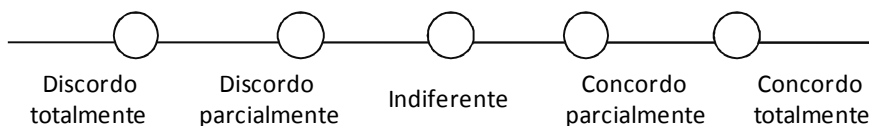


2. POR SE TRATAR DE RESÍDUO QUE SÓ PODE SER EXTRAÍDO EM DETERMINADAS ÉPOCAS DO ANO (sazonalidade X grande quantidade), PRODUTOS FEITOS COM ESTE MATERIAL NECESSITAM SER VALORIZADOS PELOS SEUS ASPECTOS FORMAIS E DE ACABAMENTO.

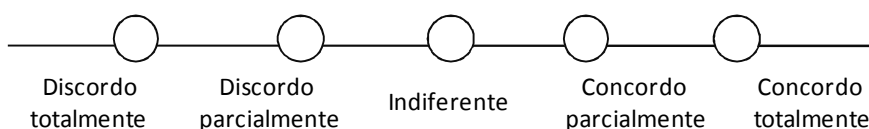


EM RELAÇÃO ÀS CARACTERÍSTICAS PERCEPTIVAS DAS AMOSTRAS DE MATERIAIS. ELAS SE APRESENTAM COMO:

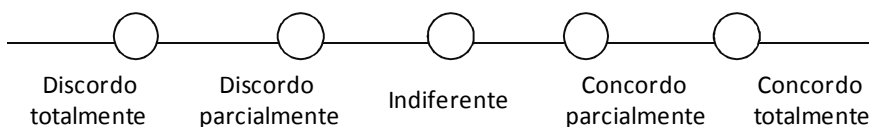
1. OPACA BRILHANTE



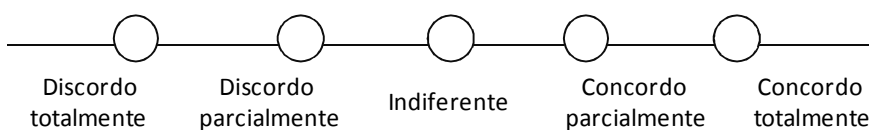
2. LISA TEXTURIZADA



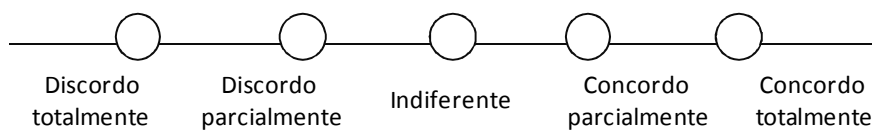
3. RESISTENTE FRÁGIL



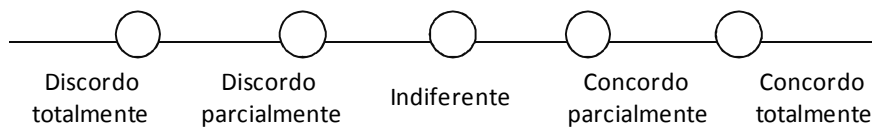
4. PESADA LEVE



5. A DIFERENÇA DE TAMANHO DAS PARTÍCULAS DO RESÍDUO EXISTENTE ENTRE AS AMOSTRAS INTERFERE NA RESISTÊNCIA.



6. EXISTE DIFERENÇA SIGNIFICATIVA DE TEXTURA ENTRE AS AMOSTRAS EM RELAÇÃO AO TAMANHO DAS PARTÍCULAS.





UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN

MESTRANDA: Débora Jordão Cezimbra

TÍTULO DA PESQUISA: "Aplicação das escamas estéreis
da pinha da Araucária (*Araucaria angustifolia*)
no design de produtos moldados."

CÓDIGO DO ALUNO

QUESTIONÁRIO PERCEPTIVO II

EM RELAÇÃO AO PRODUTO DESENVOLVIDO.

1. FORAM UTILIZADOS DOS DIFERENTES TAMANHOS DE PARTÍCULAS EM MEU PRODUTO.

<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Indiferente	Concordo parcialmente	Concordo totalmente

2. MEU PRODUTO APRESENTARIA RELEVANTE DIFERENÇA DE TEXTURA DIFERENTE SE UTILIZASSE DE TAMANHOS DIFERENTES DE PARTICULA.

<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Indiferente	Concordo parcialmente	Concordo totalmente

3. COMO VOCÊ EXPLOROU (TRABALHOU) A TEXTURA E O PROCESSO DE CONFORMAÇÃO DO MATERIAL EM SEU PRODUTO?

ANEXO

ANEXO A – MATRIZ CURRICULAR DO CURSO DE DESIGN DE PRODUTO – UFPR

Curso de Design Gráfico

Docentes Design Gráfico

Grade Horária

Grade Curricular

Normas TCC-DG

Curso de Design de Produto

Docentes Design de Produto

Grade Horária

Grade Curricular

Normas TCC-DP



Grade Curricular

Universidade Federal do Paraná
Setor de Artes, Comunicação e Design
Departamento de Design

CURSO DE DESIGN DE PRODUTO
Grade Curricular (Resolução 58/05-CEPE)

2014

Ano	Código	DISCIPLINAS	PD	LB	ES	TOT	CHT
1º	OD511	Projeto de Produto I	1	4	0	5	150
	OD509	Metodologia Visual Aplicada ao Produto I	1	2	0	3	90
	OD505	História do Design de Produto	2	0	0	2	60
	HS037	Antropologia Cultural (semestral)	4	0	0	4	60
	OD518	Representação Gráfica I	1	2	0	3	90
	OD502	Fotografia Aplicada ao Produto	1	1	0	2	60
	OD515	Representação 3D I	1	2	0	3	90
	OD506	Materiais e Processos I	1	1	0	2	60
2º	OD512	Projeto de Produto II	1	4	0	5	150
	OD521	Semiótica Aplicada ao Design de Produto	2	0	0	2	60
	OD510	Metodologia Visual Aplicada ao Produto II	1	2	0	3	90
	OA558	História da Arte Geral	2	0	0	2	60
	OD500	Ergonomia Aplicada ao Produto	2	0	0	2	60
	OD519	Representação Gráfica II	1	2	0	3	90
	OD516	Representação 3D II	1	2	0	3	90
	OD507	Materiais e Processos II	1	2	0	3	90
3º	OD513	Projeto de Produto III	1	4	0	5	150
	OD503	Gestão Aplicada ao Design de Produto I	2	0	0	2	60
	OA557	História da Arte do Brasil	2	0	0	2	60
	OD110	Seminário de TCC (semestral)	2	0	0	2	30
	OD520	Representação Gráfica III	1	2	0	3	90
	OD517	Representação 3D III	1	2	0	3	90
	OD508	Materiais e Processos III	1	2	0	3	90
4º	OD514	Projeto de Produto IV	1	3	0	4	120
	OD504	Gestão Aplicada ao Design de Produto II	2	0	0	2	60
	OD501	Estágio Supervisionado	0	0	12	12	360

OPTATIVAS

	Código	DISCIPLINAS	PD	LB	ES	TOT	CHT
	OD100	Design de Cerâmicos	2	2	0	4	60
	OD101	Design de Embalagem Estrutural	2	2	0	4	60
	OD102	Design Sustentável	2	2	0	4	60
	OD103	Design Universal	2	0	0	2	30
	OD104	Modelos Cinemáticos	2	2	0	4	60
	OD105	Semiótica das Artes Visuais	2	0	0	2	30
	OD106	Tópicos Especiais Design de Produto I	2	0	0	2	30
	OD107	Tópicos Especiais Design de Produto II	2	0	0	2	30
	OD108	Tópicos Especiais Design de Produto III	2	0	0	2	30
	OD109	Tópicos Especiais Design de Produto IV	2	0	0	2	30
	OD111	Tópicos Especiais Design de Produto V	2	0	0	2	30
	OD112	Tópicos Especiais Design de Produto VI	2	0	0	2	30
	OD113	Tópicos Especiais Design de Produto VII	2	0	0	2	30
	OD114	Tópicos Especiais Design de Produto VIII	2	0	0	2	30

DISCIPLINAS OPTATIVAS = 240 horas

ATIVIDADES FORMATIVAS = 180 horas

CARGA HORÁRIA TOTAL = 2880 horas

CONCLUSÃO DO CURSO: Mínimo 4 anos / Máximo 6 anos

*Versão colorida desta Dissertação disponível em cópia digital.